



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KAPAL IKAN DENGAN PENGGERAK HIBRIDA SEL
SURYA DAN MOTOR DIESEL UNTUK PERAIRAN
KABUPATEN BANGKALAN**

**H. Ach. Zamili Hassim
NRP 4107100027**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KAPAL IKAN DENGAN PENGGERAK HIBRIDA SEL
SURYA DAN MOTOR DIESEL UNTUK PERAIRAN
KABUPATEN BANGKALAN**

**H. Ach. Zamili Hassim
NRP 4109100027**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

**HYBRID FISHING-SHIP DESIGN USING SOLAR CELL AND
DIESEL ENGINE FOR WATERS TERRITORIAL OF
BANGKALAN DISTRICTS**

**H. Ach. Zamili Hassim
NRP 4109100027**

**Supervisor
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL IKAN DENGAN PENGGERAK HIBRIDA SEL SURYA DAN MOTOR DIESEL UNTUK PERAIRAN KABUPATEN BANGKALAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

H. ACH. ZAMILI HASSIM
NRP 4109100027

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Hasanudin S.T., M.T.
NIP 19800623 200604 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 17 JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL IKAN DENGAN PENGGERAK HIBRIDA SEL SURYA DAN MOTOR DIESEL UNTUK PERAIRAN KABUPATEN BANGKALAN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 6 Juli 2017

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

H. ACH. ZAMILI HASSIM
NRP 4109100027

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

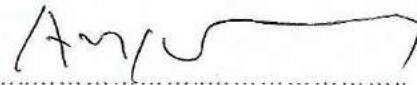
Ketua Tim:

M. Nurul Misbah, S.T., M.T.



Anggota Tim:

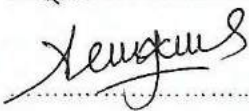
1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.



2. Hasanudin, S.T., M.T.



3. Teguh Putranto, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasanudin, S.T., M.T.



SURABAYA, 17 JULI 2017

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Wali penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan;
2. Hasanudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, ilmu, untuk membimbing penulis serta memberikan arahan dan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir ini;
3. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan
4. Teman-teman LAKSAMANA 2009 yang telah banyak membantu sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, JUNI 2017

H. Ach. Zamili Hassim

DESAIN KAPAL IKAN DENGAN PENGGERAK HIBRIDA SEL SURYA DAN MOTOR DIESEL UNTUK PERAIRAN KABUPATEN BANGKALAN

Nama Mahasiswa : H. Ach. Zamili Hassim
NRP : 4109100027
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRAK

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang kapal ikan bertenaga pendukung hibrida untuk perairan Kabupaten Bangkalan. Penggunaan sistem hibrida ini akan mempengaruhi desain dan perhitungan biaya operasional kapal ikan sehingga akan membuat kapal ikan ini menjadi lebih ekonomis. Sistem hibrida ini sangat cocok dipakai untuk daerah beriklim tropis khususnya perairan Kabupaten Bangkalan sehingga bisa membantu mengurangi biaya operasional penangkapan ikan dikarenakan biaya bahan bakar lebih berkurang. Perhitungan meliputi kebutuhan sistem hibrida berdasar pada kecepatan yang dibutuhkan, yaitu pada proses pencarian lokasi penangkapan ikan, namun dari ruang lingkup konstruksi analisa tidak dilakukan secara mendalam. Biaya pemasangan sistem hibrida pada kapal ikan ini akan lebih mahal, akan tetapi untuk biaya jangka panjang akan lebih murah. Oleh karena itu, sistem hibrida ini menjadikan salah satu inovasi yang akan turut membantu ekonomi masyarakat pesisir umumnya dan khususnya masyarakat nelayan Kabupaten Bangkalan. Hasil dari Tugas Akhir ini berupa kapal dengan ukuran utama kapal L: 11.00 m; B: 2.60 m; H: 0.95 m; T: 0.5 m; Vs: 8 knots dengan biaya pembangunan sebesar Rp 812.300.000,-.

Kata kunci: *Kapal Ikan, Hibrida, Kabupaten Bangkalan.*

HYBRID FISHING-SHIP DESIGN USING SOLAR CELL AND DIESEL ENGINE FOR WATERS TERRITORIAL OF BANGKALAN DISTRICTS

Author : H. Ach. Zamili Hassim
ID No. : 4109100027
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisor : 1. Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRACT

This final project aims to design a hybrid powered fishing boat for the waters of Bangkalan Regency. The use of this hybrid system will affect the design and calculation of the operational cost of fishing vessels so that will make this fishing boat becomes more economical. This hybrid system is suitable for tropical climates, especially waters of Bangkalan Regency, which can help reduce the operational costs of fishing due to reduced fuel costs. Calculations include the need for a hybrid system based on the required speed, ie in the search process of the fishing location, but from the scope of the construction of the analysis is not done in depth. The cost of installing the hybrid system on these fishing boats will be more expensive, but for long term costs will be cheaper. Therefore, this hybrid system makes one of the innovations that will help the economics of coastal communities in general and especially fishermen community of Bangkalan Regency. The result of this Final Project is a ship with the main dimension of ship L: 11.00 m; B: 2.60 m; H: 0.95 m; Q: 0.5 m; Vs: 8 knots with development cost of Rp 812.300.000, -.

Keywords: fishing vessels, hybrid system, Bangkalan Regency

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| LEMBAR REVISI..... | iv |
| HALAMAN PERUNTUKAN..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| Bab I PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| I.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| I.3. Tujuan Tugas Akhir | 2 |
| I.4. Batasan Masalah Tugas Akhir | 3 |
| I.5. Manfaat Tugas Akhir..... | 3 |
| I.6. Hipotesis Tugas Akhir..... | 3 |
| Bab II STUDI LITERATUR..... | 5 |
| II.1. Dasar Teori | 5 |
| II.1.1. Definisi kapal perikanan secara umum..... | 5 |
| II.1.2. Karakteristik kapal perikanan..... | 5 |
| II.1.3. Jenis-jenis kapal perikanan | 6 |
| II.1.4. Klasifikasi desain..... | 7 |
| II.1.5. Tahapan desain | 8 |
| II.1.6. Metode umum desain kapal | 10 |
| II.1.7. Sistem hibrida..... | 12 |
| II.1.8. Pengertian sel surya (solar cell)..... | 13 |
| II.1.9. Prinsip kerja sel surya (solar cell)..... | 14 |
| II.1.10. Kelebihan dan kelemahan sel surya | 14 |
| II.1.11. Jenis-jenis sel surya..... | 15 |
| II.1.12. Komponen sistem sel surya | 17 |
| II.2. Tinjauan Pustaka | 19 |
| II.2.1. Kabupaten Bangkalan | 19 |
| II.3. Tinjauan Teknis Desain Kapal..... | 21 |
| II.3.1. Ukuran Utama Dasar | 21 |
| II.3.2. Perhitungan Hambatan Kapal..... | 21 |
| II.3.3. Perhitungan Berat Kapal | 22 |
| II.3.4. Perhitungan Trim dan Stabilitas | 22 |
| II.3.5. Perhitungan Freeboard..... | 24 |
| Bab III METODOLOGI PENELITIAN | 25 |
| III.1. Gambaran Umum | 25 |
| III.2. Diagram Alir | 25 |
| III.3. Langkah Pengerjaan | 26 |

| | | |
|-----------------|---|----|
| III.3.1. | Pengumpulan Data | 26 |
| III.3.2. | Studi Pustaka..... | 26 |
| III.3.3. | Penentuan Owner Requirements..... | 26 |
| III.3.4. | Desain Layout Awal..... | 27 |
| III.3.5. | Perhitungan Teknis Kapal | 27 |
| III.3.6. | Analisis Ekonomi..... | 27 |
| III.3.7. | Pembuatan Desain Rencana Garis dan Rencana Umum | 27 |
| III.3.8. | Kesimpulan dan Saran..... | 28 |
| Bab IV | ANALISIS DAN PEMBAHASAN..... | 29 |
| IV.1. | Gambaran Umum | 29 |
| IV.2. | Penentuan Payload Kapal Ikan di Kabupaten Bangkalan | 29 |
| IV.3. | Penentuan Kecepatan Kapal Ikan | 30 |
| IV.4. | Penentuan Daerah Pelayaran. | 31 |
| IV.5. | Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal | 32 |
| IV.6. | Perhitungan Teknis..... | 33 |
| IV.6.1. | Perhitungan Hambatan dan Daya Kapal | 33 |
| IV.6.2. | Perhitungan Berat Kapal..... | 36 |
| IV.6.3. | Perhitungan Trim | 40 |
| IV.6.4. | Perhitungan Freeboard | 40 |
| IV.6.5. | Perhitungan Stabilitas..... | 41 |
| IV.7. | Perencanaan Sistem Hibrida | 41 |
| IV.7.1. | Pemilihan Mesin Diesel..... | 42 |
| IV.7.2. | Pemilihan Motor Listrik | 43 |
| IV.7.3. | Pemilihan Baterai | 45 |
| IV.7.4. | Pemilihan Generator Set..... | 45 |
| IV.7.5. | Pemilihan Panel Surya..... | 47 |
| IV.7.6. | Pemilihan Solar Charger Controller..... | 49 |
| IV.8. | Perencanaan Rencana Garis..... | 51 |
| IV.9. | Perencanaan Gambaran Umum..... | 52 |
| IV.10. | Pemodelan Kapal 3 Dimensi..... | 54 |
| Bab V | ANALISIS Ekonomis | 57 |
| V.1. | Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Ikan | 57 |
| V.2. | Perhitungan Operational Cost..... | 57 |
| V.3. | Perhitungan Biaya Investasi | 57 |
| V.3.1. | Perhitungan Break Event Point (BEP)..... | 58 |
| Bab VI | KESIMPULAN DAN SARAN | 59 |
| VI.1. | Kesimpulan | 59 |
| VI.2. | Saran..... | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 61 |
| LAMPIRAN | | 63 |
| BIODATA PENULIS | | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar III. 1 Diagram Alir..... | 26 |
| Gambar IV. 1 Jarak terdekat dari tepi pantai di daerah Sepulu menuju fishing ground adalah 64 mil laut..... | 31 |
| Gambar IV. 2 Jarak terjauh dari tepi pantai di daerah Sepulu menuju fishing ground 128 mil laut | 31 |
| Gambar IV. 3 Regresi Linier | 33 |
| Gambar IV. 4 Skema Sistem Hibrida | 42 |
| Gambar IV. 5 Mesin Diesel..... | 42 |
| Gambar IV. 6 Mesin JDM490 Beserta Spesifikasi..... | 44 |
| Gambar IV. 7 Baterai | 45 |
| Gambar IV. 8 Generator Set..... | 46 |
| Gambar IV. 9 Spesifikasi Panel Surya..... | 47 |
| Gambar IV. 10 Dimensi Panel Surya..... | 48 |
| Gambar IV. 11 Solar charger controller..... | 49 |
| Gambar IV. 12 Linesplan..... | 52 |
| Gambar IV. 13 General Arrangement..... | 54 |
| Gambar IV. 14 Tiga Dimensi Kapal..... | 55 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel IV. 1 Angka Konsumsi Ikan dan Kebutuhan Ikan Tahun 2014 | 29 |
| Tabel IV. 2 Penangkapan Ikan Laut di Bangkalan Tahun 2014..... | 29 |
| Tabel IV. 3 Jumlah Armada Perikanan Laut menurut Ukuran..... | 30 |
| Tabel IV. 4 Data Kapal Pembanding | 32 |
| Tabel IV. 5 Batasan untuk Metode Holtrop. | 34 |
| Tabel IV. 6 Dimensi Utama untuk Prediksi Speed Power | 34 |
| Tabel IV. 7 Hasil Prediksi Speed Power..... | 35 |
| Tabel IV. 8 Kebutuhan Berat Material Kayu | 36 |
| Tabel IV. 9 Berat Equipment & Outfitting | 37 |
| Tabel IV. 10 Berat Permesinan..... | 38 |
| Tabel IV. 11 Berat DWT kapal ikan..... | 38 |
| Tabel IV. 12 Berat Total Kapal Ikan | 39 |
| Tabel IV. 13 Hasil Stabilitas | 41 |
| Tabel IV. 14 Spesifikasi Mesin Diesel | 43 |
| Tabel IV. 15 Spesifikasi Baterai..... | 45 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Kapal perikanan merupakan salah satu unit penangkapan ikan yang memiliki peran yang sangat penting bagi para nelayan, baik sebagai alat transportasi dari *fishing base* ke *fishing ground* dan sebaliknya maupun sebagai alat untuk menampung hasil tangkapan yang didapat. (Ayodhya, 1972).

Pembangunan kapal perikanan sangat beragam, dimulai dari yang bersifat tradisional dengan hanya berdasarkan pada pengetahuan yang turun temurun (Iskandar & Pujiati, 1995), sampai dengan modern yang sudah memanfaatkan kemajuan teknologi. Sebagian besar kapal perikanan yang beroperasi di Indonesia dibangun oleh galangan kapal tradisional yang pembangunannya tidak dilengkapi dengan kelengkapan perencanaan desain dan konstruksi kapal seperti gambar rencana garis (*lines plan*), *table offset*, gambar rencana pengaturan ruang kapal serta instalasinya (*general arrangement*). Hal ini dikarenakan kebiasaan turun temurun yang didapat tanpa menggunakan perencanaan tertulis. Kebiasaan masyarakat seperti ini tidak terkecuali terjadi pada para pengrajin kapal di daerah Kabupaten Bangkalan membangun kapalnya dengan menggunakan kapal pembanding. Artinya mereka membangun kapal baru hanya dengan contoh kapal yang sudah pernah dibangun sebelumnya.

Kabupaten Bangkalan, adalah sebuah kabupaten di Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibukotanya adalah Bangkalan. Kabupaten ini terletak di ujung paling barat Pulau Madura; berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Sampang di timur serta Selat Madura di selatan dan barat. Kabupaten Bangkalan memiliki luas wilayah sebesar : 1.260,24 km², berada di bagian paling Barat dari pulau Madura terletak diantara koordinat 112°40'06" - '13°08'04" bujur Timur serta 6°51'39"- 7°11'39" lintang Selatan. Terbagi 18 kecamatan dan 273 desa dan 8 kelurahan.

Kabupaten ini memiliki potensi untuk produksi ikan yang cukup tinggi. Berdasarkan data tahun 2013 hasil tangkap ikan sebesar 24837.1 ton, tahun 2014 : 25140.5 ton dan tahun 2015 sebesar 24660.00 ton (Kabupaten Bangkalan dalam angka tahun 2013-2015). Dengan potensi

tersebut maka kebutuhan armada kapal masih kurang. Untuk itu dibutuhkan desain kapal penangkap ikan yang berdasar pada suatu transportasi yang aman, nyaman, dan terjangkau. Mengingat sebagian besar mata pencaharian penduduk di daerah pesisir Kabupaten Bangkalan adalah nelayan, sebagian besar pembuatan kapal ikan menggunakan kayu dikarenakan bahan baku kayu lebih murah dan mudah didapat. Dalam perkembangannya kapal yang nyaman dan terjangkau akan bermunculan inovasi-inovasi dalam mendesain kapal ikan yang sesuai dengan kriteria. (Mulyanto, 2007)

Salah satu inovasi yang akan didesain dalam kapal ikan ini adalah sistem hibrida yaitu menggunakan panel surya. Dimana diharapkan dapat menjadi satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi udara, serta biaya operasional pelayaran kapal perikanan tradisional Kabupaten Bangkalan.

I.2. Perumusan Masalah

Pembuatan desain kapal ikan diharapkan memiliki kriteria yang lebih baik dari pembuatan kapal secara tradisional di Kabupaten Bangkalan. Penggunaan sistem hibrida pada kapal yang diharapkan bisa mengurangi konsumsi bahan bakar.

Untuk itu permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut :

- Bagaimana mendesain kapal yang sesuai dengan daerah pelayaran untuk bisa memenuhi kebutuhan para nelayan di kabupaten Bangkalan.
- Bagaimana kebutuhan panel surya untuk mendukung sistem hibrida ketika beroperasi menangkap ikan.
- Bagaimana perencanaan *linesplan*, *general arrangement*, serta desain 3 dimensi kapal ikan untuk perairan Kabupaten Bangkalan.

I.3. Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

- Menentukan desain kapal ikan yang sesuai dengan kriteria untuk memenuhi kebutuhan nelayan di Kabupaten Bangkalan.
- Menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan kapal penangkap ikan.

- Menentukan perencanaan *linesplan*, *general arrangement*, serta desain 3 dimensi kapal ikan untuk perairan Kabupaten Bangkalan.

I.4. Batasan Masalah Tugas Akhir

Untuk mempermudah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, maka ada batasan masalah sebagai berikut:

- Sebagai inovasi desain, pada kapal ikan ini menggunakan sistem hibrida yaitu sistem panel surya dan diesel.
- Panel surya diletakkan dan dipasang di *top deck* kapal.
- Perhitungan dan analisis tidak mencakup perhitungan konstruksi kapal.
- Hasil akhir dari Tugas Akhir ini adalah desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan Model 3 Dimensi

I.5. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah:

- Dengan adanya perancangan kapal ikan yang menggunakan panel surya ini bisa membantu masyarakat nelayan di Kabupaten Bangkalan
- Perancangan kapal yang menggunakan panel surya ini juga dapat digunakan sebagai referensi mahasiswa untuk analisis selanjutnya maupun yang sejenis.

I.6. Hipotesis Tugas Akhir

Hasil penelitian akan menghasilkan desain konseptual kapal ikan di Kabupaten Bangkalan dengan sistem hibrida berupa penggabungan energi alternatif sel surya dan diesel yang akan menjadi pertimbangan untuk pengoperasian menangkap ikan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

II.1.1. Definisi kapal perikanan secara umum

Pengertian kapal Perikanan menurut Undang-Undang Perikanan No. 9 Tahun 1985 adalah semua jenis kapal atau perahu yang dipergunakan dalam usaha penangkapan ikan, binatang lainnya dan tumbuhan air pada perairan bebas yang bukan milik perseorangan (common property), termasuk kapal pengangkut hasil tangkapan dan kapal pengangkut nelayan, sedang yang tidak termasuk yaitu kapal pengangkut alat tangkap.

Kapal perikanan didefinisikan sebagai kapal atau perahu atau alata pung lainnya yang digunakan untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan termasuk melakukan survei atau eksplorasi perikanan. Kapal penangkap ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk menangkap ikan termasuk menampung, menyimpan, mendinginkan ataumengawetkan. Kapal pengangkut ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk mengangkut ikan termasuk memuat, menampung menyimpan, mendinginkan atau mengawetkan.

Berdasarkan defenisi-definisi tersebut di atas, maka dapat diketahui bahwa kapal ikan sangat beragam dari kekhususan penggunaannya hingga ukurannya. Kapal-kapal ikan tersebut terdiri dari kapal atau perahu berukuran kecil berupa perahu sampan (perahu tanpa motor) yang digerakkan dengan tenaga dayung atau layar, perahu motor tempel yang terbuat dari kayu hingga pada kapal ikan berukuran besar yang terbuat dari kayu, fiberglass maupun besi baja dengan tenaga penggerak mesin diesel. Jenis dan bentuk kapal ikan ini berbeda sesuai dengan tujuan usaha, keadaan perairan, daerah penangkapan ikan (fishing ground) dan lain-lain, sehingga menyebabkan ukuran kapal yang berbeda pula (Purbayanto et al, 2004).

II.1.2. Karakteristik kapal perikanan

Menurut Setianto (2007), mengingat pentingnya kapal perikanan, maka diperlukan persyaratan khusus yang merupakan keistimewaan dan karakteristik kapal penangkap ikan, yaitu :

1. Kecepatan kapal

Berdasarkan pertimbangan akan tujuan penangkapan ikan, tidak semua kapal penangkap ikan memerlukan kecepatan yang tinggi.

2. Kemampuan olah gerak kapal

Kapal penangkap ikan dalam pengoperasiannya diusahakan mempunyai kemampuan olah gerak yang tinggi, stabilitas yang baik dan lingkaran putar yang kecil.

3. Kelaiak-lautan

Pada saat pengoperasiannya kapal harus benar-benar laik laut, sehingga dalam keadaan bagaimanapun kapal tersebut masih sanggup berlayar secara aman dan terus-menerus.

4. Ruang lingkup pelayaran

Ruang lingkup area pelayaran kapal penangkap ikan tergantung dari gerakan gerombolan ikan, musim ikan dan perpindahan daerah penangkapan, sehingga kapal penangkap ikan tidak ada penentuan tentang ruang lingkup area pelayaran.

5. Tenaga penggerak

Sebagian besar kapal penangkap ikan menggunakan motor diesel dari jenis motor pembakar dalam sebagian tenaga penggerak kapal.

6. Perlengkapan kapal

Pada umumnya kapal penangkap ikan melakukan operasi penangkap kapal ikan dan mengangkut hasil tangkapan dari daerah penangkapan menuju pelabuhan atau pangkalan perikanan. Hasil tangkapan harus diusahakan dalam keadaan segar, sehingga diperlukan perlengkapan seperti palka ikan, gudang pendingin dan refrigrasi.

7. Peralatan penangkapan ikan

Sesuai dengan tujuan penangkapan ikan, kapal harus dilengkapi dengan jenis alat penangkapan dan alat bantu penangkapan yang berbeda-beda.

II.1.3. Jenis-jenis kapal perikanan

Kapal perikanan dapat dibedakan berdasarkan alat penggerak, *fishing ground*, alat tangkap yang digunakan maupun lainnya. Kapal perikanan berdasarkan alat tangkap yang digunakan dan istilah yang sering digunakan adalah dengan memberikan akhiran “er” pada alat

tangkapnya, seperti: kapal purse seine disebut juga purse seiners, sedangkan untuk kapal trawl adalah trawlers dan sebagainya.

Menurut Setianto (2007), beberapa jenis kapal perikanan antara lain:

1. Kapal *Purse seine* adalah yang secara khusus dirancang untuk digunakan menangkap ikan dengan alat tangkap jenis *purse seine* atau sering juga disebut pukat cincin, kapal ini sekaligus digunakan untuk menyimpan, mendinginkan dan mengangkut hasil.
2. Kapal *Longline* kapal secara khusus dirancang untuk menangkap ikan dengan alat tangkap jenis *long line* atau sering juga disebut rawaii dan sekaligus untuk menyimpan, mendinginkan, dan mengangkut hasil tangkapan sampai ke pelabuhan. Kapal *longline* yang berukuran 30-100 GT pada umumnya dioperasikan untuk menangkap ikan jenis tuna dengan hasil sampingan ikan cucut, sehingga sering pula kapal tersebut disebut kapal tuna *long line*.
3. Kapal *Trawl* adalah kapal yang secara khusus dirancang dan dibangun untuk menangkap ikan dengan alat tangkap jenis *Trawl* atau sering disebut juga pukat harimau. Tujuan utama penangkapan adalah udang dengan hasil sampingan ikan demersal, sehingga sering disebut juga pukat udang.
4. Kapal *Pole and liner* adalah kapal yang dibangun secara khusus digunakan untuk menangkap ikan dengan alat penangkapan jenis *pole and line* atau sering disebut juga huhate. Tujuan utama penangkapan ikan dari kapal *pole and line* yang berukuran 30-100 GT adalah jenis cakalang (*skipjack*), dan ikan tuna jenis *yellow fin tuna*, sehingga sering pula kapal disebut sebagai kapal *skipjack pole and line*.

II.1.4. Klasifikasi desain

Klasifikasi desain merepresentasikan berbagai tipe desain yang dapat dibedakan berdasarkan pada apakah terdapat “inovasi” atau “inovasi” yang diaplikasikan selama proses desain. Inovasi di sini berarti bahwa desainer mengeksplorasi ide-ide aslinya untuk menciptakan produk desain yang bentuknya baru secara keseluruhan. Inovasi berarti bahwa desainer memanfaatkan produk desain yang ada dan memperbaiki produk ini dengan menggunakan kembali konsep-konsep pemecahan dan bagian-bagian dari produk ini untuk menciptakan produk baru yang bentuknya secara parsial sama dengan produk yang ada tersebut. (Manfaat, 2013)

Proses desain pada umumnya merupakan bagian dari inovasi, artinya seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Metode ini disebut juga dengan *spiral design*. Dalam *spiral design* membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan, yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*.

II.1.5. Tahapan desain

Proses desain ini melibatkan penyusunan, perencanaan, perhitungan kemudian penggambaran/pemodelan bentuk kapal, bahkan jika diperlukan akan dilakukan model testing, riset dan eksperimen untuk menjamin bahwa kapal telah dirancang seoptimum mungkin.

1. Fase *Concept Design*

Fase ini merupakan tahap awal dari pembuatan desain kapal. Pada tahap ini, permintaan pemilik kapal (*owner requirements*) berupa tonnase kapal, type kapal, kecepatan kapal, daerah pelayaran, dan jenis muatan diterjemahkan oleh desainer kapal dalam bentuk konsep. Perhitungan-perhitungan dalam fase ini merupakan perhitungan yang masih umum dimana hanya berfokus pada batasan-batasan yang harus diperhatikan secara umum, seperti keselamatan kapal, kinerja kapal, dan faktor ekonomi pembangunan kapal.

2. Fase *Preliminary Design*

Fase *preliminary design* merupakan pengembangan dari tahap konseptual dengan menetapkan alternatif kombinasi yang lebih jelas, sehingga pada akhirnya didapatkan gambaran utama kapal dan kecepatan servisnya, begitu juga daya motor yang diperlukan, demikian pula dengan daftar sementara peralatan permesinan. Selama *Preliminary design*, perancangan kapal dikembangkan untuk mendapatkan tingkatan tertentu untuk menjamin secara teknis bahwa semua persyaratan perancangan kapal dapat terpenuhi.

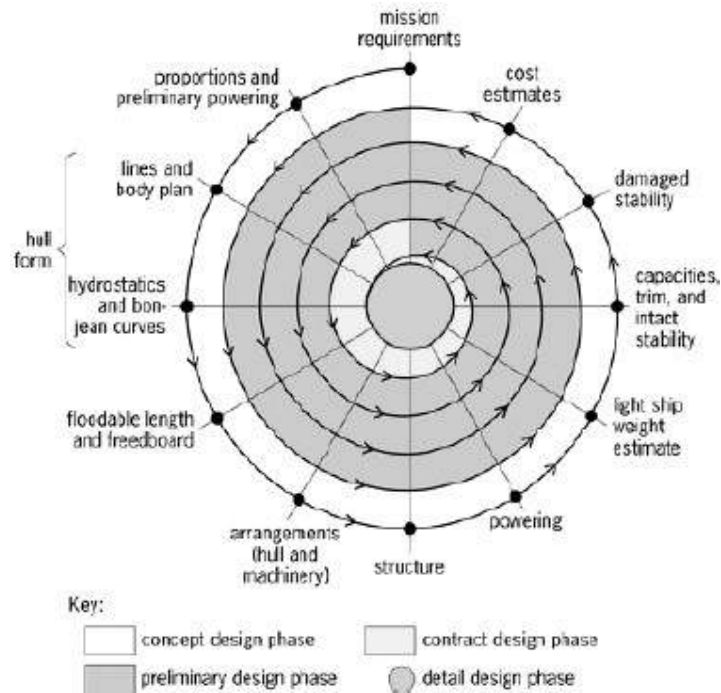
3. Fase *Contract Design*

Sesuai dengan namanya, fase ini pada prinsipnya adalah fase dimana dokumen kontrak pembuatan kapal dibuat. Tujuan dari fase *contract design* adalah untuk mengembangkan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail, termasuk didalamnya adalah estimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal. Pada tahap inipun, *detail contract guidance drawing* dibuat untuk pelaksanaan pekerjaan agar tepat dan sesuai dengan perancangan. *Contract design* biasanya menghasilkan satu set spesifikasi dan gambar, serta

daftar peralatan permesinan. Pada prakteknya, langkah pada fase ini bisa lebih dari satu putaran desain spiral. Ini adalah karena faktor kepentingan-kepentingan yang dimiliki oleh pemilik kapal yang harus dikomunikasikan dengan desainer kapal. Oleh karena itu pada langkah ini mungkin terjadi perbaikan hasil-hasil *preliminary design*, atau *trade off* bagian-bagian desain tertentu. General arrangement detail dibuat juga pada tahap ini, termasuk juga mengenai kapasitas, permesinan, gudang, bahan bakar, air tawar, dan ruang-ruang akomodasi. Kemudian dibuat juga spesifikasi rencana standar kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan-peralatan yang akan digunakan. Pada intinya, produk dari kontrak desain adalah rencana kontrak dan spesifikasi yang menjadi acuan dalam pelaksanaan pembuatan kapal.

4. Fase *Detail Design*

Dalam fase ini, gambar kerja dan kebutuhan data lainnya untuk membuat kapal semakin dikembangkan. Fase *detail design* bisa juga merupakan *Final design stage*, dimana seluruh keputusan perancangan seperti seleksi tipe permesinan, ukuran pelat, dan hal-hal lainnya telah dibuat dan dikonfirmasi dengan baik. Seluruh sistem yang dibutuhkan kapal, mesin utama dan mesin bantu telah dibuat secara terperinci, demikian pula pabrik pembuat yang diinginkan. *Final design* adalah *detail design* yang mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk digunakan oleh mekanik untuk membangun lambung kapal, menginstalasi kabel-kabel dan perpipaan, dan menginstalasi mesin-mesin baik mesin induk maupun mesin bantu.



Gambar II. 1 Tahapan Desain

(Sumber: <https://html1-f.scribdassets.com/7f2v558ke85nip45/images/1-bd601b9c1e.jpg>)

II.1.6. Metode umum desain kapal

Setelah melakukan tahapan-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode desain kapal. Secara umum metode dalam desain kapal adalah sebagai berikut:

1. *Parent Design Approach*

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini desainer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus (secara teknologi dan operasional).

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah:

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada kapal acuan sehingga tinggal memodifikasi saja.

- *Performance* kapal terbukti (stabilitas, *motion*, *resistance*)

- *Confidence*

Kelemahan metode ini adalah kapal yang dirancang sulit dipasarkan jika ada teknologi yang baru yang sedang masuk (persaingan antarproduk).

2. *Trend Curve Approach*

Trend curve approach atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan *main dimension*. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

3. *Iteratif Design Approach*

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, *analyzing*, dan menyempurnakan produk atau proses. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Dalam desain iteratif, interaksi dengan sistem yang dirancang akan digunakan sebagai bentuk untuk menginformasikan dan penelitian suatu proyek berkembang, sebagai versi yang berurutan, atau iterasi dari desain diimplementasikan. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan oleh orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*) dan telah digunakan proses berulang (*re-used design*).

4. *Parametric Design Approach*

Parametric design approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter (misalnya L, B, T, Cb, LCB) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung R_t (Hambatan Total), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim dan lain-lain secara detail.

Keuntungan dalam *Parametric design approach* adalah:

- Mendesain kapal lebih terstruktur
- Jika perencanaan berhasil, maka pengalaman dapat diambil untuk metode desain kapal selanjutnya

Kelemahan dalam *Parametric Design approach* adalah:

- Memakan banyak waktu
- Sering terjadi *error human* dalam perhitungan

5. *Optimisation Design Approach*

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggerak pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan disain yang akan meminimalkan *economic cost of transport* (ECT) Untuk tujuan analisis pada tahap *basic design* atau untuk tujuan studi kelayakan, metode ini terbukti mampu digunakan sebelum memasuki tahapan disain selanjutnya. Hal ini menunjukkan bahwa program optimasi yang dikembangkan disini mampu secara efektif dan konsisten memberi pendekatan terhadap hasil disain kapal-kapal yang sudah ada.

Ukuran utama kapal dan kebutuhan daya motor penggerak yang diperoleh dari program optimasi yang dikembangkan disini dapat diturunkan lebih lanjut ke dalam analisa yang lebih detail untuk mendisain sistem permesinan di kapal lainnya.

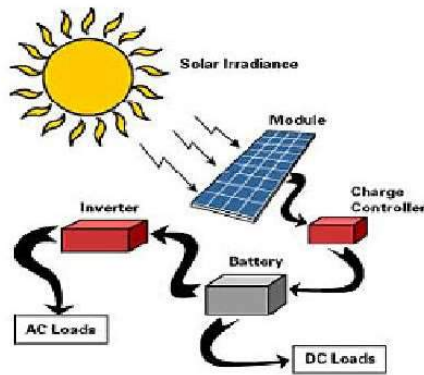
Keuntungan dari metode *optimisation design approach* adalah:

- Tenaga mesin, kapasitas ruangan dan stabilitas harga dapat ditentukan sejak awal.
- Ulangan perencanaan seperti desain spiral tidak diperlukan.
- Perjanjian dengan pemesan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan kerjanya lebih sedikit.

II.1.7. Sistem hibrida

Salah satu inovasi yang saat ini dilakukan dalam pemanfaatan energi melalui pemanfaatan sinar matahari sebagai energi alternatif dengan cara penggunaan panel surya. Sistem energi terbarukan ini bukan saja sangat potensial untuk pemanas air dan menyalakan lampu penerangan di rumah-rumah, melainkan juga dapat diterapkan untuk membantu nelayan menjalankan aktivitasnya.

Sistem hibrida merupakan sebuah konsep penggabungan dua atau lebih sumber energi untuk tercapainya sebuah efisiensi dalam berbagai hal. Sebagai contoh mesin diesel yang umum, digabungkan dengan sumber energi lain seperti energi matahari. Penggabungan ini dilakukan oleh sebuah sistem dimana terdapat pertemuan dari dua sumber energi untuk menggerakkan suatu mesin tertentu.



Gambar II. 2 Sistem Hibrida

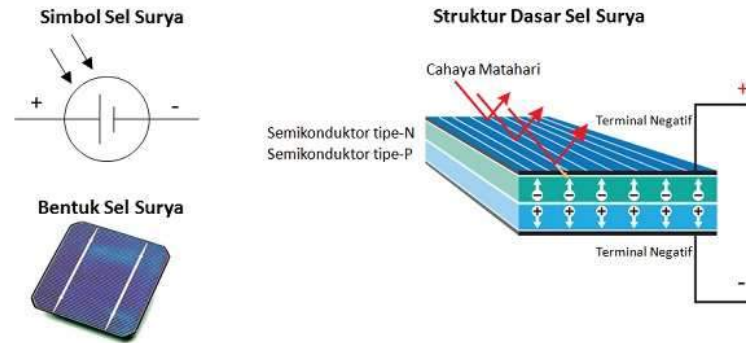
(Sumber :<http://simonsirait.blogspot.co.id/2013/04/pengertian-panel-suryapenggunaannyasert.html>)

II.1.8. Pengertian sel surya (*solar cell*)

Sel surya atau *solar cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, sel surya atau *solar cell* sering disebut juga dengan sel *photovoltaic* (PV). Efek *photovoltaic* ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.

Pada dasarnya, sel surya merupakan dioda foto (*photodiode*) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas sel surya tersebut menjadikan perangkat sel surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih kuat dari dioda foto pada umumnya.

II.1.9. Prinsip kerja sel surya (*solar cell*)



Gambar II. 3 Prinsip Kerja Sel Surya

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2017/02/Pengertian-Sel-Surya-Solar-Cell-dan-Prinsip-Kerjanya.jpg?x22079>)

Sinar matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar matahari, foton yang merupakan partikel sinar matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon sel surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan “hole” dengan muatan positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan semikonduktor tipe N (*N-type*). Sedangkan daerah semikonduktor dengan *hole* bersifat positif dan bertindak sebagai penerima (*acceptor*) elektron yang dinamakan dengan semikonduktor tipe P (*P-type*).

Di persimpangan daerah positif dan negatif (*PN Junction*), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan *hole* untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah negatif sedangkan *hole* akan bergerak menjauhi daerah positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di persimpangan positif dan negatif (*PN Junction*) ini, maka akan menimbulkan arus listrik.

II.1.10. Kelebihan dan kelemahan sel surya

Ada kelebihan dan kelemahan dalam menggunakan sel surya. Keuntungan penggunaan sel surya antara lain tidak memerlukan bahan bakar, cara memakai dan merawatnya mudah., ramah lingkungan, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, dan umur relatif cukup lama,

terutama untuk penggunaan di muka bumi. Sedangkan kelemahannya antara lain harganya masih relatif mahal, penggunaannya tergantung pada intensitas sinar matahari, memerlukan unit penyimpanan energi untuk menjamin kelangsungan energi, dan memerlukan permukaan yang luas guna memperoleh daya yang besar.

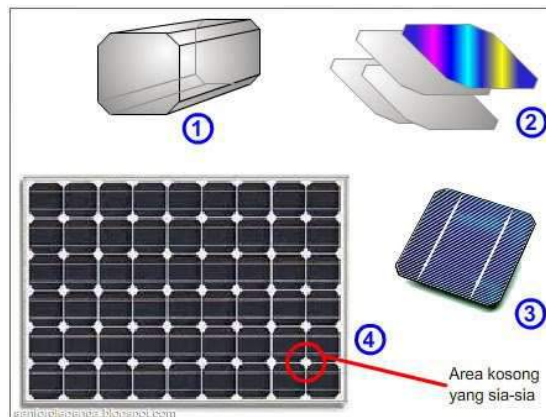
II.1.11. Jenis-jenis sel surya

1. *Monocrystalline*

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang tipis. Dengan teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%.

Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain di pasaran

Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya, seperti terlihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar II. 4 Jenis-jenis Sel Surya

(Sumber: [http://4.bp.blogspot.com/-QbsGwj031LM/Uk7GW_yb3MI/AAAAAAAAAC0Y/RVOOmRwWvXY/s1600/Proses+pemb](http://4.bp.blogspot.com/-QbsGwj031LM/Uk7GW_yb3MI/AAAAAAAAAC0Y/RVOOmRwWvXY/s1600/Proses+pembuatan+sel+surya+monocrystalline.jpg)

[uatan+sel+surya+monocrystalline.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-QbsGwj031LM/Uk7GW_yb3MI/AAAAAAAAAC0Y/RVOOmRwWvXY/s1600/Proses+pembuatan+sel+surya+monocrystalline.jpg))

Keterangan gambar:

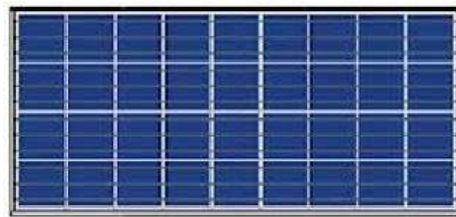
1. Batangan kristal silikon murni

2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis
3. Sebuah sel surya *monocrystalline* yang sudah jadi
4. Sebuah panel surya *monocrystalline* yang berisi susunan sel surya *monocrystalline*. Nampak area kosong yang tidak tertutup karena bentuk sel surya jenis ini.

2. *Polycrystalline*

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur/dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak sempurna pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16% .

Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya *monocrystalline* di atas. Proses pembuatannya lebih mudah dibanding *monocrystalline*, karenanya harganya lebih murah. Jenis ini paling banyak dipakai saat ini.



Gambar II. 5 *Polycrystalline*

(Sumber: <http://2.bp.blogspot.com/-BjE5uJqxXyI/Uk7M2bUaPII/AAAAAAAAAC0o/Abidcm-QMKk/s1600/Polycrystalline+solar+panel2.jpg>)

3. *Thin Film Solar Cell (TFSC)*

Jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*).



Gambar II. 6 *Thin Film Solar Cell (TFSC)*

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com/-TGjSo223wjwt/Uk7N06M7hTI/AAAAAAAAAC00/dRvup08PUng/s1600/thin+film+solar+cell+s.jpg>)

Berdasarkan materialnya, sel surya thin film ini digolongkan menjadi:

3.1. *Amorphous Silicon (a-Si) Solar Cells.*

Dengan teknik produksi yang disebut "*stacking*" (susun lapis), dimana beberapa lapis *Amorphous Silicon* ditumpuk membentuk sel surya, akan memberikan efisiensi yang lebih baik antara 6% - 8%.

3.2. *Cadmium Telluride (CdTe) Solar Cells.*

Sel surya jenis ini mengandung bahan *Cadmium Telluride* yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya *Amorphous Silicon*, yaitu sekitar: 9% - 11%.

3.3. *Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar Cells.*

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%. Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya *Cadmium* seperti pada sel surya CdTe.

II.1.12. **Komponen sistem sel surya**

1. Solar Modul

Ketika sel surya menyerap sinar matahari, elektron-elektron bebas dan lubang-lubang membuat sambungan positif/negatif, dan ketika dihubungkan dengan beban DC, maka arus listrik akan mengalir ke beban tersebut.



Gambar II. 7 Solar Modul

(Sumber: <https://informasiplts.files.wordpress.com/2012/09/solar-panel-100wp.jpg>)

2. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan proses pengisian baterai, mencegah baterai dari pengisian yang berlebihan, juga mengendalikan proses *discharge*.

Yang perlu diperhatikan dalam menggunakan *charge controller* ini adalah besarnya tegangan dan daya yang dikeluarkan modul surya dan yang dapat diterima baterai. Satuan untuk tegangan adalah *volt*, sedangkan kuat arus dalam *ampere*, misalnya 12volt/10A.



Gambar II. 8 Solar Charge Controller

(Sumber: http://1.bp.blogspot.com/-FpSTurLmtR4/U3loQ2eHFII/AAAAAAAAAFE/9BRw_nX3zhs/s1600/IMG_20140401_105025.jpg)

3. Baterai

Baterai berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya, agar dapat digunakan pada saat energi matahari tidak ada (malam hari atau cuaca), besaran kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan watt jam (watthour/WH). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik ditentukan dari berapa besar kebutuhan daya listrik dan kemampuan modul surya dalam mengisi baterai.

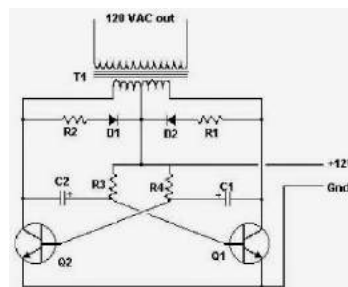


Gambar II. 9 Baterai

(Sumber: [http://2.bp.blogspot.com/-w97sCRSDdFI/U3q-Ct-viTI/AAAAAAAAAGU/L2eW6cByeBA/s1600/unduh+\(1\).jpg](http://2.bp.blogspot.com/-w97sCRSDdFI/U3q-Ct-viTI/AAAAAAAAAGU/L2eW6cByeBA/s1600/unduh+(1).jpg))

4. Inverter

Listrik yang dihasilkan dari Solar Sistem adalah listrik arus searah/*direct current* (DC), sedangkan peralatan listrik yang kita gunakan kebanyakan menggunakan listrik arus tidak searah (*alternating current* (AC), karena itu agar peralatan listrik AC kita dapat tetap beroperasi menggunakan listrik hasil dari solar system, maka harus menggunakan inverter, yaitu alat untuk mengubah arus searah menjadi arus tidak searah, dan tegangannya disesuaikan dengan tegangan yang dibutuhkan.



Gambar II. 10 Inverter

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com/-CLGHFtrPqE0/U3rF4QMfSmI/AAAAAAAAAGk/ajLiV0Yk5WM/s1600/inv.jpg>)

II.2. Tinjauan Pustaka

II.2.1. Kabupaten Bangkalan

Kabupaten Bangkalan adalah sebuah kabupaten di Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibukotanya adalah Bangkalan. Kabupaten ini terletak di ujung paling barat Pulau Madura; berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Sampang di timur serta Selat Madura di selatan dan barat. Kabupaten Bangkalan memiliki luas wilayah sebesar : 1.260,24 km², berada di bagian paling Barat dari pulau Madura terletak diantara koordinat 112°40'06" -

'13'08'04" bujur Timur serta 6°51'39"- 7°11'39" lintang Selatan. Terbagi 18 kecamatan dan 273 desa dan 8 kelurahan dan seluruhnya merupakan klasifikasi desa swasembada dan 188 desa diantaranya termasuk desa swasembada mantap II sedangkan sisanya termasuk swasembada mantap III.

Pelabuhan Kamal merupakan pintu gerbang Madura dari Jawa, dimana terdapat layanan kapal ferry yang menghubungkan Madura dengan Surabaya (Pelabuhan Ujung). Saat ini telah dibangun Jembatan Suramadu (Surabaya-Madura) yang saat ini adalah jembatan terpanjang dan terbesar di Indonesia. Bangkalan merupakan salah satu kawasan perkembangan Surabaya serta tercakup dalam lingkup Gerbangkertosusila.

Dilihat dari topografi, maka daerah Kabupaten Bangkalan berada pada ketinggian 2 - 100 m di atas permukaan air laut. Wilayah yang terletak di pesisir pantai seperti Kecamatan Sepulu, Bangkalan, Socah, Kamal, Modung, Kwanyar, Arosbaya, Klampis, Tanjung Bumi, Labang, dan Kecamatan Burneh mempunyai ketinggian antara 2 - 10 m di atas permukaan air laut. Sedangkan wilayah yang terletak di bagian tengah mempunyai antara 19 - 100 m di atas permukaan air laut, tertinggi adalah Kecamatan Geger dengan ketinggian 100 m di atas permukaan laut. Kemampuan tanah di Kabupaten Bangkalan jika dilihat dari kemiringannya maka sebagian besar memiliki kemiringan 2 - 15%, yaitu sekitar 50,45 % atau 63.002 Ha. Dan kemiringan 0 - 2 % sekitar 45,43 % atau 56.738 Ha. Apabila dilihat dari tekstur tanahnya maka sebagian besar bertekstur sedang, yaitu seluas 116.267 Ha. atau sekitar 93,10%, sedangkan dari kedalaman spektrum tanahnya maka prosentase terbesar adalah tanah yang kedalamannya 90 cm yaitu sekitar 64.131 Ha. atau 51,35 %.

Kabupaten Bangkalan merupakan memiliki potensi yang besar dalam sektor perikanan, baik perikanan darat maupun perikanan laut. Produksi perikanan Kabupaten Bangkalan pada tahun 2006 adalah sebanyak 24.316,07 ton. Produksi perikanan ini terus meningkat dari tahun ke tahun, dengan rincian: produksi perikanan tahun 2007 sebanyak 24.760 ton, tahun 2008 sebanyak 24.7981 ton, tahun 2009 sebanyak 25.113,6 ton dan pada tahun 2010 produksi perikanan di Kabupaten Bangkalan mencapai angka 25.113,6 ton. Salah satu kecamatan di wilayah pesisir Kabupaten Bangkalan penghasil ikan terbanyak adalah Kecamatan Tanjung Bumi dengan produksi perikanan sebanyak 5.657 ton (Kabupaten Bangkalan dalam angka tahun 2006-2010).

Selain itu jumlah armada kapal juga mengalami peningkatan, pada tahun 2007 jumlah armada kapal 2699 unit dan pada tahun 2008 mengalami peningkatan dengan jumlah armada

kapal 2920 unit. Jumlah perusahaan penangkapan di seluruh Kabupaten Bangkalan adalah 11 unit dengan jumlah tenaga kerja yang berhasil diserap sebanyak 753 orang (Unit Pengelola Kegiatan (UPK) Kamal, pemberdayaan dan penguatan ekonomi masyarakat).

Berdasarkan data yang ada, penangkapan perikanan di Kabupaten Bangkalan bernilai Rp. 182.283.427.000.000,00 rupiah pada tahun 2010, angka ini meningkat dari tahun-tahun sebelumnya. Nilai produksi perikanan Rp. 51.049.200.000,00 pada tahun 2007, Rp. 51.304.400.000 pada tahun 2008 dan Rp. 63.590.100.000 pada tahun 2009 (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bangkalan tahun 2007-2010).

II.3. Tinjauan Teknis Desain Kapal

II.3.1. Ukuran Utama Dasar

Untuk mendesain suatu kapal terdapat langkah-langkah perhitungan untuk menentukan ukuran utama kapal yang akan didesain. Biasanya penentuan ini berdasarkan data-data dari kapal pembanding yang telah ada.

Adapun ukuran-ukuran utama yang perlu diperhatikan adalah :

1. *Lpp (Length Between Perpendicular)*

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

2. *Bm (Moulded Breadth)*

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

3. *H (Height)*

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

4. *T (Draught)*

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

II.3.2. Perhitungan Hambatan Kapal

Hambatan (*Resistance*) merupakan gaya yang menghambat laju kecepatan kapal sehingga akibat dari adanya hambatan tersebut maka akan dibutuhkan gaya dorong (*trust*) untuk mendorong kapal. Pada saat berlayar, kapal akan mengalami beberapa hambatan akibat dari

interaksi antara kapal dengan air. Hambatan tersebut antara lain adalah hambatan gelombang, hambatan udara, dan hambatan gesek. Selain ketiga hambatan tersebut ada salah satu hambatan tambahan yang terjadi disaat kapal tersebut berlayar yaitu hambatan kekasaran. Hambatan ini dikarenakan bentuk dari badan kapal akibat adanya korosi dan fouling pada badan kapal.

II.3.3. Perhitungan Berat Kapal

Untuk desain kapal pelastik ini, perhitungan berat plastik kapal menggunakan perhitungan per-area dengan bantuan *software Maxsurf Structure* dan *CAD*. Adapun komponen berat kapal terdiri dari:

1. Menghitung LWT kapal

Pada kapal ikan ini LWT berupa berat kayu yang digunakan untuk membangun kapal dan perlengkapan permesinan yang ada pada kapal. seperti: motor penggerak, generator set, baterai, panel surya, dan *outfitting*.

2. Menghitung DWT kapal

Sebagai pedoman dalam perhitungan DWT kapal ikan yang akan dihitung hanyalah consumable, payload (muatan ikan), dan crew kapal.

II.3.4. Perhitungan Trim dan Stabilitas

Perhitunga trim merupakan syarat mutlak dalam desain sebuah kapal. Suatu kapal dapat dikatakan layak untuk berlayar jika telah memenuhi beberapa persyaratan, salah satu syarat itu adalah besarnya kondisi trim kapal yang terjadi. Suatu kapal dikatakan dalam kondisi baik untuk berlayar jika berada dalam kondisi even-keel. Namun bila tidak diperoleh kondisi tersebut, ada beberapa persyaratan yang diijinkan dalam kondisi trim, yaitu besarnya trim tidak lebih dari 0.05%. nilai ini dijadikan sebagai batasan (constraint) dalam proses iterasi dalam memperoleh ukuran utama.

Selain perhitungan trim dilakukan perhitungan stabilitas utuh (intac stability) dengan menggunakan rumus dari “The Teory and Ttechnique of Ship Design” [Manning, 1996]. Pengertian stabilitas merupakan kemampuan suatu benda untuk kembali ke posisi awal seperti sebelum benda tersebut bergerak. Keseimbangan statis suatu benda dibedakan atas tiga macam yaitu:

1. Keseimbangan stabil

Merupakan kondisi ketika benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar, maka benda akan kembali pada kondisi semula setelah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut

keseimbangan kapal maka letak titik G (centre of gravity) berada dibawah titik M (metacentre).

2. Keseimbangan Labil

Merupakan kondisi ketika benda mengalami kemiringan akibat adanya gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, maka kedudukan benda akan cenderung berubah lebih banyak dari kedudukan semula sesudah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G berada diatas titik M.

3. Keseimbangan indeferent

Kondisi ketika benda mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya akibat adanya gaya dari luar, maka benda tetap pada kedudukannya yang baru walaupun gaya tersebut telah hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik berat G berimpit dengan titik metacentre M.

Kapal harus mempunyai stabilitas yang baik dan harus mampu menahan semua gaya luar yang mempengaruhinya hingga kembali pada keadaan seimbang. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain:

- a. Titik G (gravity), yaitu titik berat kapal.
- b. Titik B (buoyancy), yaitu titik tekan keatas akibat air yang dipindahkan akibat badan kapal yang tercelup.
- c. Titik M (metacentre), yaitu titik perpotongan antara vector gaya tekan keatas pada keadaan tetap dengan vector gaya tekan keatas pada sudut oleng.

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal. Kriteria stabilitas tersebut diantaranya (IS Code Ch.3.1) adalah:

1. $e_0 30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$

2. $e_0 40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$

3. $e_{30,40^\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03 \text{ m.rad}$

4. $h_{30^\circ} \geq 0.2 \text{ m}$

Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 m pada sudut oleng 30° atau lebih.

5. $H_{\max} \text{ pada } \phi_{\max} \geq 25^\circ$

Lengan penegak maksimum pada sudut oleng lebih dari 25°

6. $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$

Tinggi metasenter awal GM0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

II.3.5. Perhitungan *Freeboard*

Lambung timbul (*freeboard*) merupakan salah satu jaminan keselamatan kapal selama melakukan perjalanan dalam mengangkut muatan menjadi jaminan utama kelayakan dari sistem transportasi laut yang ditawarkan pada pengguna jasa, terlebih pada kapal penumpang, keselamatan merupakan prioritas utama.

Secara sederhana pengertian lambung timbul adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Peraturan internasional untuk lambung timbul yang dihasilkan dari konferensi internasional tentang peraturan lambung timbul minimum ILLC (*International Load Lines Convention, 1966 on London*), dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa tinggi lambung timbul minimum (*summer load lines*) telah disebutkan dalam tabel lambung timbul minimum untuk kapal dengan panjang tertentu. Sedangkan untuk kapal kecil kurang dari 24m menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*.

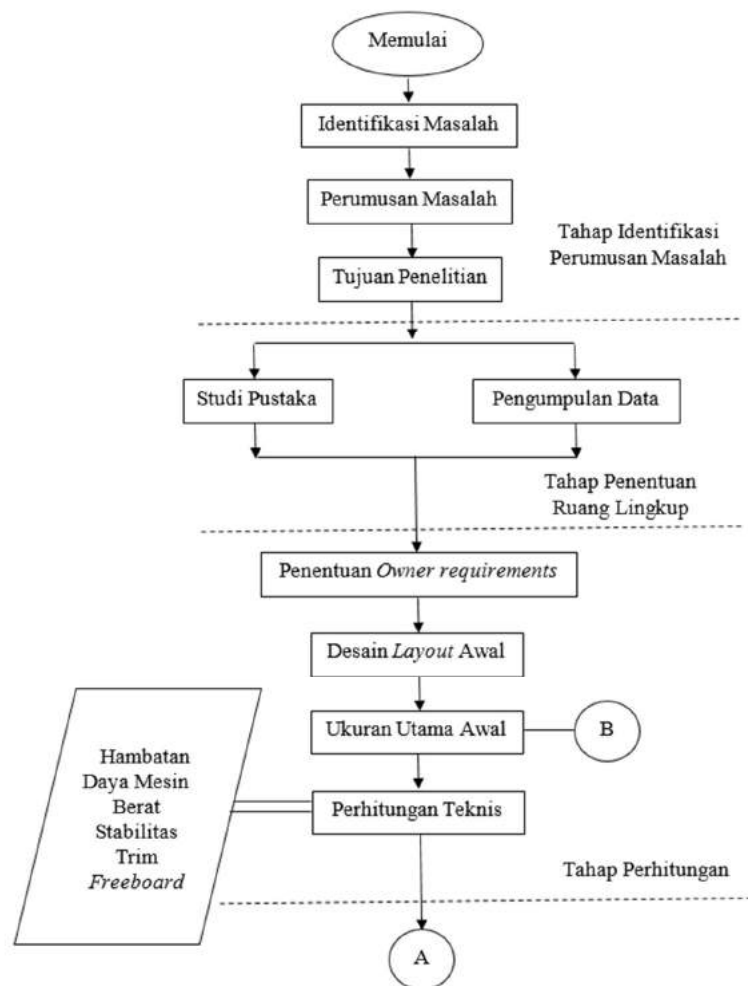
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

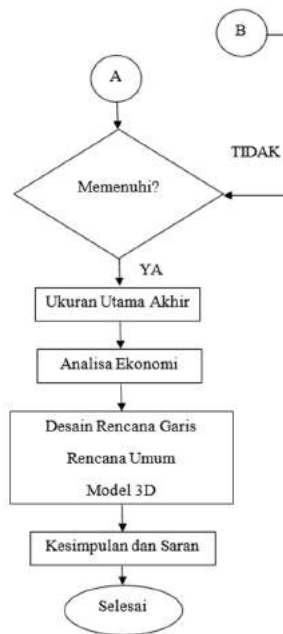
III.1. Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Digambarkan dengan diagram alir pengerjaan, kemudian dijelaskan setiap poin yang ada di dalam diagram alir tersebut.

III.2. Diagram Alir

Metodologi yang digunakan dalam menyusun Tugas Akhir ini dapat digambarkan dalam diagram alir (*flow chart*) pengerjaan sebagai berikut:





Gambar III. 1 Diagram Alir

III.3. Langkah Pengerjaan

III.3.1. Pengumpulan Data

Data yang dimaksud adalah segala sesuatu acuan yang digunakan untuk menunjang perancangan kapal ikan ini.

III.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan beserta teori-teori yang terkait dengan Tugas Akhir ini. Studi yang dilakukan antara lain mengenai: Kapal Ikan, *Solar Cell*, Sistem Hibrida, dan Metode Desain Kapal.

III.3.3. Penentuan *Owner Requirements*

Setelah didapatkan data-data yang diperlukan sudah terkumpul, selanjutnya dilakukan analisis data. Dari analisis data yang dilakukan maka akan didapat *owner requirements* kapal atau jumlah muatan yang akan diangkut oleh kapal tersebut.

III.3.4.Desain *Layout* Awal

Setelah *owner requirements* atau jumlah muatan kapal ditentukan, selanjutnya dilakukan pendesainan awal *layout* kapal yang akan didesain. Pendesainan *layout* ini berdasarkan *owner requirements* yang telah ditentukan. Hasil dari desain *layout* awal ini adalah ukuran utama awal kapal, yaitu berupa panjang, lebar, tinggi, dan sarat kapal.

III.3.5.Perhitungan Teknis Kapal

Perhitungan teknis dilakukan sesuai dengan literatur yang terkait. Untuk perhitungan-perhitungan yang terkait pendesainan kapal. Pertama adalah perhitungan koefisien, yaitu meliputi *block coefficient* (C_B), *midship coefficient* (C_M), *Prismatic Coefficient* (C_p), *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB), dan sebagainya. Kemudian dilakukan perhitungan perbandingan ukuran utama. Perbandingan ini ada *rangennya*, dimana telah diatur dalam dikta-diktat desain kapal. Setelah itu dilakukan perhitungan hambatan kapal dan propulsi kapal untuk menentukan mesin yang digunakan untuk sistem *hybrid* yang akan dipakai. Lalu dilakukan perhitungan DWT dan LWT serta dilakukan koreksi pada perhitungan tersebut dibandingkan dengan Dispacement. Setelah itu dilakukan perhitungan freeboard dan stabilitas kapal. Jika semua perhitungan yang telah dilakukan tersebut memenuhi maka akan didapatkan ukuran utama akhir kapal. Tetapi jika masih ada yang belum memenuhi, maka dilakukan perhitungan ulang dengan mengubah ukuran utama awal kapal sampai semua perhitungan diatas memenuhi.

III.3.6.Analisis Ekonomi

Pada tahap ini terdapat beberapa bahasan analisis ekonomi, antara lain adalah biaya operasional kapal, investasi kapal.

III.3.7.Pembuatan Desain Rencana Garis dan Rencana Umum

Pada proses ini didahului untuk melakukan perhitungan parameter-parameter yang sudah ditentukan pada suatu kapal dengan metode *Parametric Design Approach*. Parameter-paramater yang sudah ditentukan antara lain :

- Rasio Ukuran Utama
- *Displacement*
- Trim Kapal

- *Freeboard*
- Stabilitas

Selanjutnya dilakukan proses pembuatan rencana garis dengan bantuan *software maxsurf*. Pembuatan desain dilakukan dengan memperhatikan desain-desain kapal ikan pada umumnya. Kemudian hasil rencana garis dari *maxsurf* diproses kembali dengan *software CAD* guna penyajian hasil desain dan dilanjutkan dengan proses pembuatan rencana umum. Setelah rencana garis dan rencana umum selesai maka selanjutnya adalah permodelan 3D yang mengacu pada desain rencana umum yang telah dibuat sebelumnya.

III.3.8. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan selesai dilakukan, langkah terakhir adalah dengan menarik kesimpulan dari analisa dan perhitungan yang telah didapat. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi keamanan terhadap standar yang sudah ada.

Sedangkan saran dibuat sebagai penyempurna dari bahasan-bahasan yang ada pada Tugas Akhir ini.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

IV.1. Gambaran Umum

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses penentuan *owner requirements* dan menentukan ukuran utama kapal. Selain itu juga akan dibahas mengenai kebutuhan panel surya, perhitungan hambatan, perhitungan berat dan titik berat kapal, trim, stabilitas dan lain – lain. Dalam perhitungan tersebut harus memenuhi kriteria – kriteria yang harus terpenuhi. Di bab ini juga akan dibahas pembuatan Rencana Garis dan Rencana Umum kapal.

IV.2. Penentuan *Payload* Kapal Ikan di Kabupaten Bangkalan

Berdasarkan data Dinas Perikanan Jawa Timur ada selisih antara kebutuhan ikan dan hasil tangkap ikan di Kabupaten Bangkalan, sehingga masih memerlukan armada kapal lagi yang bisa memenuhi target kebutuhan ikan di Kabupaten Bangkalan.

Tabel IV. 1 Angka Konsumsi Ikan dan Kebutuhan Ikan Tahun 2014

| | Kabupaten | Angka Konsumsi Ikan | Jumlah Penduduk | Kebutuhan Ikan (ton) |
|---|-----------|---------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | Bangkalan | 48,155 | 945.821 | 45.546 |
| 2 | Gresik | 37,856 | 1.241.613 | 47.002 |
| 3 | Surabaya | 34,449 | 2.833.924 | 97.626 |
| 4 | Sampang | 63,505 | 925.911 | 58.800 |
| 5 | Pamekasan | 65,152 | 836.224 | 54.482 |
| 6 | Sumenep | 49,827 | 1.067.202 | 53.176 |

(Sumber: Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur Tahun 2014)

Tabel IV. 2 Penangkapan Ikan Laut di Bangkalan Tahun 2014

| | Kabupaten | Jumlah (ton) |
|---|-----------|--------------|
| 1 | Bangkalan | 24.966,60 |
| 2 | Gresik | 17.269,00 |
| 3 | Surabaya | 7.802,90 |
| 4 | Sampang | 9.840,30 |
| 5 | Pamekasan | 22.522,00 |
| 6 | Sumenep | 47.091,90 |

Selisih dari kebutuhan ikan dengan hasil tangkap ikan besar, sehingga membutuhkan armada kapal tambahan.

Tabel IV. 3 Jumlah Armada Perikanan Laut menurut Ukuran

| | Kabupaten | Kapal Motor (GT) | | | | | Jumlah |
|---|-----------|------------------|----------|-----------|-----------|------|--------|
| | | 0 s.d 5 | 6 s.d 10 | 11 s.d 20 | 21 s.d 30 | > 31 | |
| 1 | Bangkalan | 949 | 31 | | | | 980 |
| 2 | Gresik | 4.015 | 92 | | 29 | | 4136 |
| 3 | Surabaya | | | | | | 0 |
| 4 | Sampang | 719 | 273 | 128 | | | 1120 |
| 5 | Pamekasan | | | | | 96 | 96 |
| 6 | Sumenep | 3.575 | 1.974 | 415 | 15 | 4 | 5983 |

Sehingga dalam tugas akhir ini kapal ikan yang akan didesain adalah kapal ikan 5 GT.

IV.3. Penentuan Kecepatan Kapal Ikan

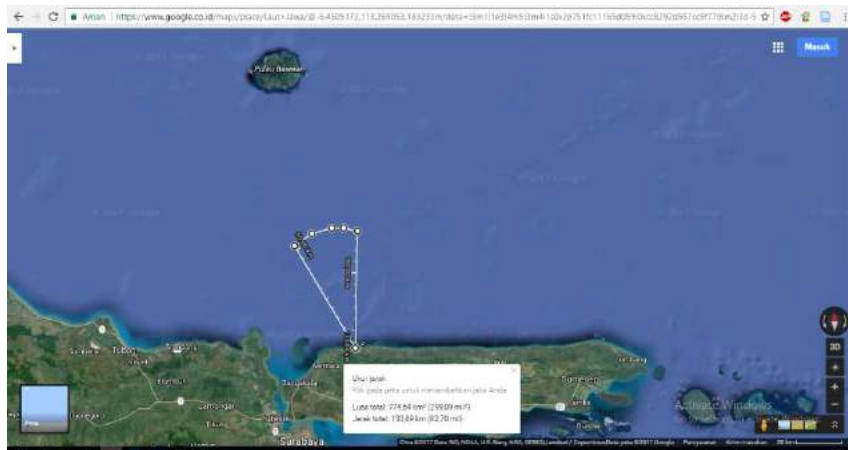
Secara umum, sistem penggerak kapal terdiri dari 3 komponen utama, yaitu motor penggerak utama, sistem transmisi, serta alat gerak. Konfigurasi dari ketiga komponen utama sistem penggerak ini sangat dipengaruhi oleh rancangan fungsi kapal itu sendiri, serta bagaimana misi yang harus dijalankan dalam operasionalnya di laut.

- pencarian ikan, dimana kapal sedang mencari posisi gerombolan ikan (*schooling fish*) yang ada di lingkungan sekitarnya/terdekat, biasanya kapal beroperasi dengan kecepatan *service* berkisar 8-12 *knots*.
- pengejaran ikan, dimana kapal bergerak lebih cepat menuju titik posisi *fishing ground*, biasanya kecepatan *service* kapal mencapai 16-20 *knots*.
- penangkapan ikan, dimana kapal sedang menarik tangkapannya, biasanya kapal bergerak dengan kecepatan yang relatif rendah (≤ 6 *knots*).

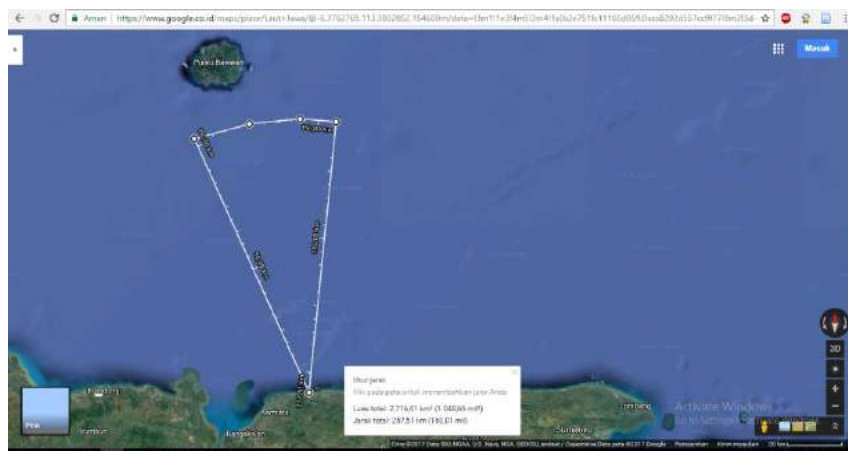
Berdasarkan penjelasan tersebut, maka tingkat fleksibilitas dalam operasional kapal ikan sangat tinggi. Sehingga kecepatan yang akan digunakan untuk mendesain kapal penangkap ikan di Tugas Akhir ini adalah 8 *knots* dengan menggunakan mesin diesel dan 4 *knots* dengan menggunakan panel surya.

IV.4. Penentuan Daerah Pelayaran.

Dari berbagai sumber nelayan yang ada di Kecamatan Sepulu Kabupaten Bangkalan berdasarkan kebiasaan sehari-hari melaut diketahui bahwa daerah *fishing ground* yang banyak dikunjungi adalah selama 3-4 jam perjalanan dari tepi pantai Sepulu dengan jarak tempuh terjauh 7-8 jam perjalanan. Daerah ini biasa disebut oleh masyarakat Sepulu dengan *reg bawean* (red. Daerah di dekat sekitar pulau Bawean).



Gambar IV. 1 Jarak terdekat dari tepi pantai di daerah Sepulu menuju *fishing ground* adalah
64 mil laut
(Sumber: *google maps*)



Gambar IV. 2 Jarak terjauh dari tepi pantai di daerah Sepulu menuju *fishing ground* 128 mil
laut
(Sumber: *google maps*)

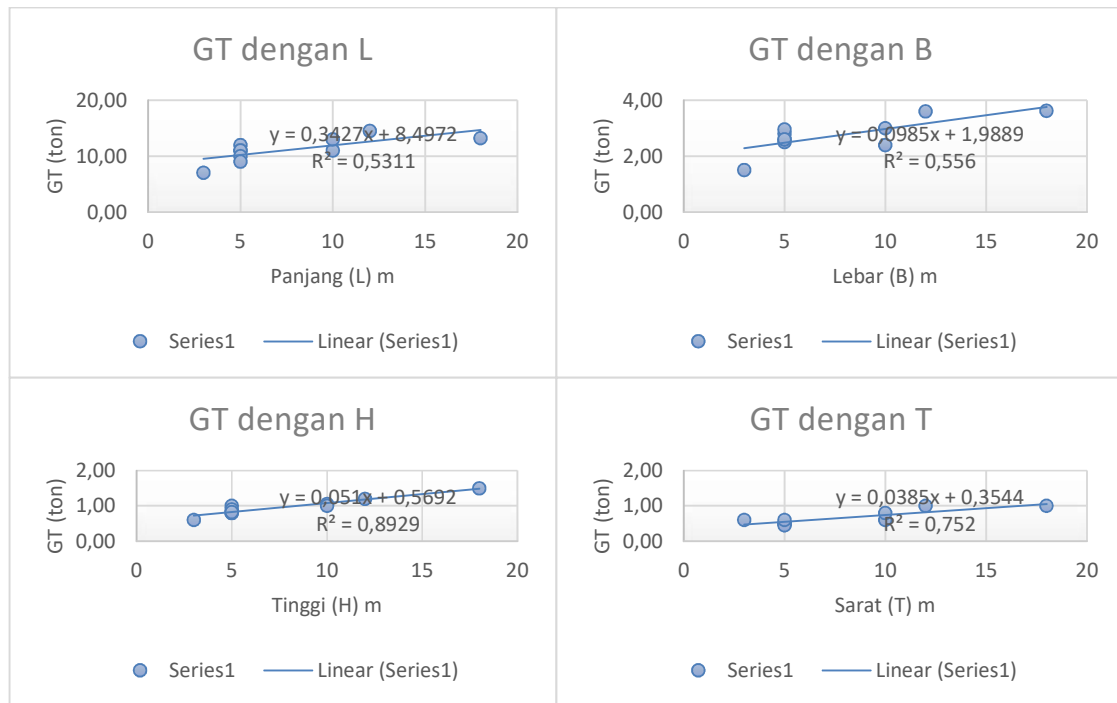
IV.5. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal

Mencari ukuran utama dari kapal-kapal pembanding untuk dilakukan penentuan ukuran utama kapal. Dari data kapal pembanding, maka akan diperoleh grafik regresi dan persamaan garis. Grafik ini berfungsi untuk menentukan beserta ukuran kapalnya sehingga sama atau mendekati dengan kuantitas muatan sesuai *owner requirements*.

Tabel IV. 4 Data Kapal Pembanding

| No | Nama Kapal | GT (ton) | Panjang (H) | Lebar (B) | Tinggi (H) | Sarat (T) |
|----|-----------------------------|-------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | PT. SSBOATYARD | 5 | 12,00 | 2,50 | 0,80 | 0,50 |
| 2 | PT. SSBOATYARD | 10 | 11,00 | 3,00 | 1,05 | 0,60 |
| 3 | JAVANESE BOATS JF 1430 A | 3 | 7,00 | 1,50 | 0,60 | 0,60 |
| 4 | JAVANESE BOATS JF 1846 A | 12 | 14,50 | 3,60 | 1,20 | 1,00 |
| 5 | FISHING BOAT TYPE U1 | 5 | 11,00 | 2,60 | 0,80 | 0,50 |
| 6 | KAPAL KAYU JATI | 5 | 11,00 | 2,80 | 1,00 | 0,50 |
| 7 | KAPAL KAYU JATI | 5 | 10,00 | 2,95 | 0,90 | 0,45 |
| 8 | Samudra Jaya Empat | 18 | 13,20 | 3,62 | 1,50 | 1,00 |
| 9 | Samudra Jaya Dua | 10 | 13 | 2,40 | 1,00 | 0,80 |
| 10 | Sinar Jaya 02 | 5 | 9 | 2,60 | 0,82 | 0,60 |

Dari data-data kapal pembanding diatas dapat dibuat grafik hubungan antara GT dengan L, GT dengan B, GT dengan T, GT dengan H untuk menentukan ukuran utama dasar. Persamaan regresi yang dipakai adalah regresi linier.



Gambar IV. 3 Regresi Linier

Dari regresi diatas (dari masing-masing persamaan yang didapat), diperoleh nilai ukuran utama kapal:

$L = 11.00 \text{ m}$

$B = 2.60 \text{ m}$

$H = 0.95 \text{ m}$

$T = 0.50 \text{ m}$

IV.6. Perhitungan Teknis

IV.6.1. Perhitungan Hambatan dan Daya Kapal

Perhitungan hambatan total (R_t) adalah penjumlahan dari hambatan gelombang (R_w) dan hambatan viscous (R_v). Hambatan gelombang (R_w) tergantung pada nilai *Froude Number* (F_n), hambatan gesek (R_v) tergantung dari nilai *Reynold Number* (R_n).

$$R_t = R_w + R_v$$

$$R_v = (1+k) R_f$$

Hambatan gesek (R_f) dirumuskan menggunakan formula dari ITTC 57 (*ship-model correlation line*). Hambatan viscous (R_v) = $(1+k) R_f$. Dimana $(1+k)$ merupakan faktor bentuk kapal.

Pada perhitungan *speed power prediction* ini menggunakan perhitungan algoritma untuk mengetahui nilai hambatan lambung dengan bantuan *software Maxsurf Resistance*. Metode prediksi yang digunakan adalah metode Holtrop. Algoritma dari Metode Holtrop didesain sesuai untuk menghitung hambatan pada kapal tanker, general kargo, kapal ikan, kapal tunda, kapal peti kemas, dan kapal frigates.

Kriteria perhitungan tahanan kapal yang akan digunakan adalah metode perhitungan holtrop dengan batasan-batasan yang telah ditentukan sebagai berikut

Tabel IV. 5 Batasan untuk Metode Holtrop.

| Algoritma | Persyaratan | Aktual | Batas Bawah | Batas Atas |
|----------------|---------------------|--------|-------------|------------|
| HOLTROP | 0.55 < C_p < 0.85 | 0.695 | Diterima | Diterima |
| | 3.9 < L/B < 15 | 4.145 | Diterima | Diterima |
| | 2.1 < B/T < 4 | 4.105 | Diterima | Ditolak |

Dilakukan prediksi *speed power* menggunakan *software Maxsurf* dengan hasil berikut:

Tabel IV. 6 Dimensi Utama untuk Prediksi *Speed Power*

| ITEMS | VALUE | UNIT |
|---------------------|--------|----------------|
| Displacement | 6.229 | tonne |
| Volume | 4.994 | m ³ |
| Draft to Baseline | 0.5 | m |
| Immersed depth | 0.5 | m |
| Lwl | 9.7 | m |
| Beam wl | 2.426 | m |
| WSA | 23.132 | m ² |
| Max cross sect area | 0.738 | m ² |
| Waterplane area | 18.626 | m ² |
| C_p | 0.698 | |
| C_b | 0.425 | |
| C_m | 0.609 | |
| C_{wp} | 0.793 | |

| | | |
|------------------------------|---------|--------------|
| LCB from zero pt | 4.608 | m |
| LCF from zero pt | 4.422 | m |
| KB | 0.330 | m |
| KG | 0.000 | m |
| BMt | 1.484 | m |
| BMI | 21.107 | m |
| GMt | 1.814 | m |
| GMI | 21.437 | m |
| KMt | 1.814 | m |
| KMI | 21.437 | m |
| Immersion (TPc) | 0.191 | tonne/cm |
| MTc | 0.115 | tonne.m |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) | 0.162 | tonne.m |
| Precision | Highest | 218 stations |

Tabel IV. 7 Hasil Prediksi *Speed Power*

| Kecepatan | Holtrop Resistance | Holtrop Power | Holtrop Power |
|------------------|--------------------|---------------|---------------|
| (<i>knots</i>) | (kN) | (HP) | (kW) |
| 1,000 | 0,000 | 0,033 | 0,025 |
| 1,200 | 0,000 | 0,056 | 0,042 |
| 1,400 | 0,000 | 0,086 | 0,064 |
| 1,600 | 0,000 | 0,126 | 0,094 |
| 1,800 | 0,000 | 0,177 | 0,132 |
| 2,000 | 0,100 | 0,239 | 0,178 |
| 2,200 | 0,100 | 0,313 | 0,233 |
| 2,400 | 0,100 | 0,402 | 0,300 |
| 2,600 | 0,100 | 0,505 | 0,377 |
| 2,800 | 0,100 | 0,625 | 0,466 |
| 3,000 | 0,100 | 0,763 | 0,569 |
| 3,200 | 0,100 | 0,922 | 0,688 |
| 3,400 | 0,200 | 1,105 | 0,824 |
| 3,600 | 0,200 | 1,315 | 0,981 |
| 3,800 | 0,200 | 1,557 | 1,161 |
| 4,000 | 0,200 | 1,837 | 1,370 |
| 4,200 | 0,300 | 2,164 | 1,614 |
| 4,400 | 0,300 | 2,548 | 1,900 |
| 4,600 | 0,300 | 3,000 | 2,237 |
| 4,800 | 0,400 | 3,513 | 2,620 |
| 5,000 | 0,400 | 4,097 | 3,055 |
| 5,200 | 0,500 | 4,802 | 3,581 |
| 5,400 | 0,500 | 5,703 | 4,253 |

| | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| 5,600 | 0,600 | 6,846 | 5,105 |
| 5,800 | 0,700 | 8,197 | 6,113 |
| 6,000 | 0,800 | 9,630 | 7,181 |
| 6,200 | 0,900 | 11,013 | 8,213 |
| 6,400 | 1,000 | 12,304 | 9,175 |
| 6,600 | 1,000 | 13,575 | 10,123 |
| 6,800 | 1,100 | 14,955 | 11,152 |
| 7,000 | 1,200 | 16,594 | 12,374 |
| 7,200 | 1,300 | 18,640 | 13,900 |
| 7,400 | 1,500 | 21,244 | 15,842 |
| 7,600 | 1,600 | 24,665 | 18,393 |
| 7,800 | 1,900 | 29,287 | 21,840 |
| 8,000 | 2,200 | 34,125 | 25,447 |
| 8,200 | 2,400 | 39,180 | 29,217 |
| 8,400 | 2,700 | 44,454 | 33,150 |
| 8,600 | 2,900 | 49,948 | 37,247 |
| 8,800 | 3,200 | 55,662 | 41,508 |
| 9,000 | 3,500 | 61,598 | 45,934 |

Sehingga, pada mode berangkat (*home ground* ke *fishing ground*) 8 knots menggunakan motor diesel = 25.447 kW dan 34.125 HP. Pada mode penangkapan ikan 4 knots menggunakan panel surya = 1.370 kW dan 1.837 HP. Pada mode pulang (*fishing ground* ke *home ground*) 8 knots menggunakan motor diesel = 25.447 kW dan 34.125 HP.

IV.6.2. Perhitungan Berat Kapal

Komponen berat material kayu termasuk dalam kelompok LWT (*Light Weight Tonnage*). Selain berat plastik, komponen lainnya yang termasuk dalam LWT adalah berat permesinan dan perlengkapan. Berikut adalah perhitungannya:

a. Berat kebutuhan material kayu.

Tabel IV. 8 Kebutuhan Berat Material Kayu

| No | Item | Value | Unit |
|----|---|-------|----------------|
| 1 | Berat Lambung Kapal | | |
| | Dari software Masxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan lambung kapal | | |
| | Luasan | 20,9 | m ² |
| | Berat total | 1,880 | ton |
| | Berat total | 1,880 | ton |

| | | | |
|----------|--|--------------|----------------|
| 2 | Berat Geladak Kapal | | |
| | Dari software Masxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal | | |
| | Luasan | 22,88 | m ² |
| | Berat total | 1,072 | ton |
| | Berat total | 1,072 | ton |
| 3 | Berat Bangunan Atas | | |
| | Dari software Masxsurf Pro & Solid Works, didapatkan luasan permukaan Bangunan atas kapal | | |
| | Luasan | 18,09 | m ² |
| | Berat total | 0,810 | ton |
| | Berat total | 0,810 | ton |
| 4 | Berat Konstruksi Lambung Kapal | | |
| | Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20%-25% dari berat lambung kapal (diambil 20%) | | |
| | Luasan | 6, | m ² |
| | Berat total | 0,372 | ton |
| | 30% dari berat kasko kapal | 0,564 | ton |
| | Berat total | 0,936 | ton |
| | Berat total kapal | 2,505 | ton |

Total kebutuhan berat material kayu sebesar 2.505 ton.

b. Berat *Equipment & Outfitting*.

Tabel IV. 9 Berat *Equipment & Outfitting*

| | | | |
|----------|--|-------|------|
| 5 | <i>Equipment & Outfitting</i> | | |
| | Berat kursi | 0,008 | ton |
| | Jumlah kursi | 1 | Unit |
| | Berat total kursi | 0,008 | ton |
| | Jangkar Zyncernize | 0,014 | ton |
| | Peralatan Navigasi | 0,119 | ton |
| | Life Jacket | 0,002 | ton |
| | Lifebuoy | 0,009 | ton |
| | Tali jangkar nylon | 0,021 | ton |
| | Tali tambat | 0,006 | ton |
| | Bolder steel | 0,020 | ton |
| | Damprah ban bekas | 0,060 | ton |
| | Steering Hand Hydraulic | 0,010 | ton |

| | | | |
|--|--|-------|-----|
| | Selang/pipa Hidraulik | 0,020 | ton |
| | Roda Kemudi | 0,005 | ton |
| | As kemudi terbuat dari stainless steel | 0,050 | ton |
| | daun kemudi terbuat dari plat baja | 0,050 | ton |
| | Pemadam (dry powder) type ABC 2 Kg | 0,002 | ton |
| | Kotak P3K | 0,001 | ton |
| | Berat total | 0,396 | ton |

Total berat *Equipment & Outfitting* sebesar 0.396 ton.

c. Berat permesinan

Tabel IV. 10 Berat Permesinan

| Permesinan | | |
|---------------|-------|-----|
| Generator set | 1,002 | ton |
| Panel Surya | 0,112 | ton |
| Baterai | 0,530 | ton |
| Inboard Motor | 0,280 | ton |
| Berat total | 1,924 | ton |

Total berat permesinan sebesar 1.924 ton.

d. Berat DWT Kapal Ikan

Tabel IV. 11 Berat DWT kapal ikan

| No | Item | Value | Unit |
|-----------------|---------------------------------------|-------|----------|
| 1 | Berat Ikan | | |
| | | 1000 | kg |
| | | 1 | ton |
| 2 | Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan | | |
| | Jumlah penumpang | 4 | orang |
| | Berat penumpang | 75 | kg/orang |
| | Berat barang bawaan | 5 | kg/orang |
| | Berat total penumpang | 300 | kg |
| | Berat total barang bawaan | 20 | kg |
| | Berat total | 320 | kg |
| | | 0,32 | ton |
| 3 | Berat bahan bakar untuk Generator Set | 0,44 | ton |
| Total Berat DWT | | | |
| No | Item | Value | Unit |

| | | | |
|---|---------------------------------------|------|-----|
| 1 | Berat per Ikan | 0.05 | ton |
| 2 | Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan | 0,32 | ton |
| 3 | Berat bahan bakar untuk Generator Set | 0,44 | ton |
| | Total | 0.81 | ton |

Total berat DWT sebesar 0.81 ton.

e. Perhitungan Berat Total Kapal Ikan

Setelah diperoleh harga DWT dan LWT kapal, selanjutnya dapat diketahui berat total kapal. Berikut ini hasil perhitungan total berat kapal ikan:

Tabel IV. 12 Berat Total Kapal Ikan

| No | Item | Value | Unit |
|-------|-----------------|-------|------|
| 1 | Berat Kapal DWT | 0.840 | ton |
| 2 | Berat Kapal LWT | 4.825 | ton |
| Total | | 5.664 | ton |

Sedangkan untuk koreksi displacement dari kapal penumpang ini dapat dilihat di bawah ini.

Koreksi Displacement

1. Gaya angkat (▲) :

$$\Delta = \text{L.B.T.Cb.p} = 6,229 \text{ ton}$$

2. Gaya Berat :

$$\begin{aligned} \text{Gaya berat} &= \text{LWT} + \text{DWT} \\ &= 5,664 \end{aligned}$$

3. Selisih

$$\Delta - (\text{DWT} + \text{LWT}) = 0,565 = 9,065\%$$

| | | |
|--------|---|-----------------|
| Margin | = | 0% - 10% |
| Status | = | Diterima |

Karena selisih Gaya angkat dengan Gaya Berat masuk dalam batas yang disyaratkan, maka kapal ini dapat mengapung.

IV.6.3. Perhitungan Trim

Trim adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi dimana sarat belakang T_f dan sarat depan T_a adalah sama. Trim terbagi dua yaitu :

- Trim haluan
- Trim buritan

Pada tugas akhir ini didapat trim buritan sebesar 0.085 m, dan ini tidak melebihi 0.1% LPP. Maka ukuran utama yang dihasilkan telah memenuhi kriteria trim.

IV.6.4. Perhitungan *Freeboard*

Perhitung lambung timbul kapal dengan panjang kurang dari 24 m tidak dapat menggunakan ketentuan Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul menggunakan aturan Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged. Perhitungan detail *Freeboard* dapat dilihat di lampiran

Menurut perhitungan didapatkan kesimpulan bahwa lambung timbul yang didesain telah sesuai kriteria yaitu, untuk lambung timbul dari perhitungan menghasilkan tinggi 0.088 m, sedangkan desain lambung timbul memiliki tinggi 0.45 m.

IV.6.5. Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas kapal ikan pada Tugas Akhir ini menggunakan bantuan *software Maxsurf Stability*. 3 kondisi yang digunakan dalam penentuan Loading Stability:

1. Kapal tanpa muatan (LWT)
2. Kapal dengan muatan 50%
3. Kapal dengan muatan penuh 100%

Didapat hasil dengan tabel dibawah ini:

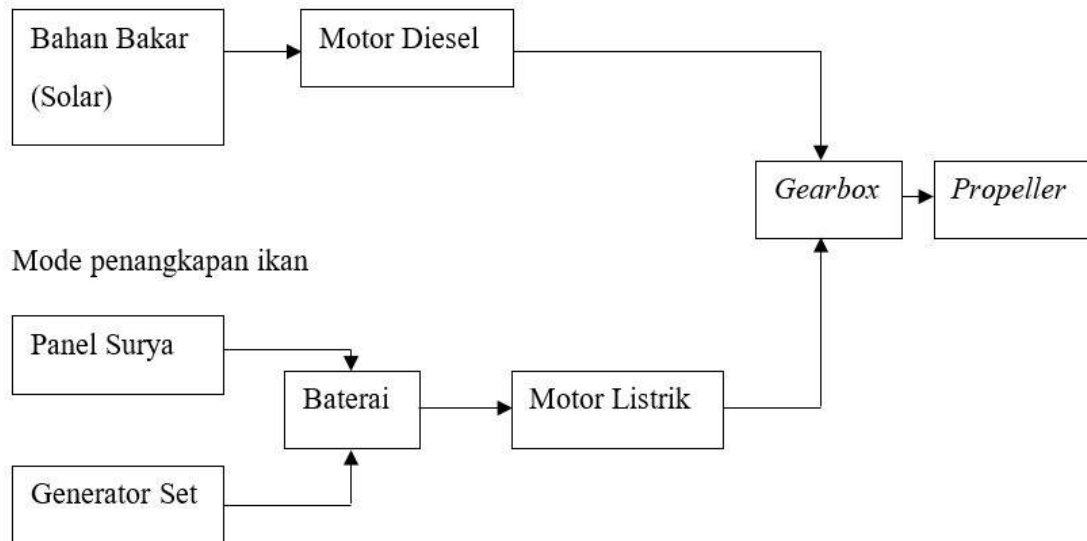
Tabel IV. 13 Hasil Stabilitas

| No | Criteria | | Value | Units | Condition | | |
|----|---|---|--------|-------|-----------|---------|--------|
| | | | | | LWT | 50% | 100% |
| 1 | IMO - MSC.267(85) Code Intact Stability | | | | | | |
| | 2.2.1 | Area 0 to 30 | 3,1513 | m.deg | 6,2641 | 6,7068 | 6,2024 |
| | 2.2.1 | Area 0 to 40 | 5,1566 | m.deg | 9,6895 | 10,3896 | 9,5006 |
| | 2.2.1 | Area 30 to 40 | 1,7189 | m.deg | 3,4254 | 3,6828 | 3,2982 |
| | 2.2.2 | Max GZ at 30 or greater | 0,2 | m | 0,347 | 0,371 | 0,333 |
| | 2.2.3 | Angle of maximum GZ | 25 | deg | 38,2 | 35,5 | 33,6 |
| | 2.2.4 | Initial GMt | 0,15 | m | 1,307 | 1,149 | 0,992 |
| | Severe wind and rolling | | | | | | |
| | 2.3 | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16 | deg | 1,1 | 0,7 | 0,7 |
| | | Angle of steady heel / Deck edge immersion angle | 80 | % | 3,88 | 3,19 | 3,53 |

IV.7. Perencanaan Sistem Hibrida

Sistem hibrida merupakan sebuah penggabungan lebih dari satu sistem sumber energi untuk mencapai suatu efisiensi dalam berbagai hal. Sistem hibrida yang digunakan adalah penggabungan bahan bakar minyak (mesin diesel) dengan sinar matahari (panel surya). Skema sistem hibrida dapat dilihat di bawah ini.

Mode berangkat (*home ground ke fishing ground*) dan mode pulang (*fishing ground ke home ground*)



Gambar IV. 4 Skema Sistem Hibrida

IV.7.1. Pemilihan Mesin Diesel

Engine dipilih berdasarkan hasil distribusi daya pada kecepatan 8 knots dengan nilai 34.125 HP. Data mesin diesel yang dipilih adalah sebagai berikut :



Gambar IV. 5 Mesin Diesel

Sumber: www.klikteknik.com/produk/dongfeng-s1135-mesin-diesel-35-hp-hopper

Tabel IV. 14 Spesifikasi Mesin Diesel

| | |
|-----------------------------------|--|
| Merk | DONGFENG |
| Type | S1135 |
| Jenis mesin | Diesel horisontal, 4 langkah, pendingin air |
| Sistem pembakaran | Pembakaran langsung (Direct Injection) |
| Jumlah silinder | 1 silinder |
| Diameter x panjang langkah | 132,5 x 125 mm |
| Volume silinder | 1.720 cc |
| Daya kontinyu | 33 Hp / 2.200 Rpm |
| Daya maksimum | 35 Hp / 2.200 Rpm |
| Konsumsi bahan bakar | 284 gr / Hp.jam |
| Sistem pelumasan | Tekanan / Percikan |
| Kapasitas minyak pelumas | 4 Liter |
| Jenis minyak pelumas | SAE 40 jenis diesel |
| Sistem pendinginan | Hopper |
| Kapasitas tangki air | 21 Liter |
| Kapasitas tangki minyak | 18 Liter |
| Cara menghidupkan | Engkol/ Manual |
| Dimensi | 910x460x750 mm |
| Berat | 248 Kg |

IV.7.2. Pemilihan Motor Listrik

Pemilihan motor listrik yaitu berdasarkan fungsi dan kapasitas yang dibutuhkan, penulis memilih motor DC karena berfungsi sebagai motor dan dapat juga sebagai generator. Sedangkan kapasitas yang dipilih penulis bertujuan agar pengoperasian motor listrik dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan energi/daya yang telah penulis perhitungkan. Dari beberapa faktor tersebut, penulis mendapatkan salah satu spesifikasi Motor Listrik seperti dibawah ini:

Dari hasil power yang dibutuhkan, didapatkan:

$$\text{BHP} = 34,125 \text{ HP}$$

Maka motor listrik yang akan dipilih adalah JDM490 dengan spesifikasi sebagai berikut:



| | |
|----------------------|------------------------------|
| Model | JDM490 |
| Type | Vertical, 4-cylinder |
| Combustion | Direct Injection |
| Bore x Stroke(mm) | 4-90x100 |
| Displacement(L) | 2.54 |
| Compression Ratio | 18:1 |
| Output/Speed(kw/rpm) | 34/2400 |
| Cooling System | Water Cooled |
| Lubrication System | Combined Pressure and Splash |
| Starting Method(kg) | Starting Motor |
| Net Weight(kg) | 280 |
| Overall Size(mm) | 890x600x731 |
| Packing Size(mm) | 1060x720x920 |
| 20FT unit | 16 |

Gambar IV. 6 Mesin JDM490 Beserta Spesifikasi
(Sumber: alibaba.com)

Dimensi:

Panjang = 890 mm

Lebar = 600 mm

Tinggi = 731 mm

Berat = 280 kg

= 0.280 ton

IV.7.3. Pemilihan Baterai

Untuk penyimpanan energi listrik dari panel surya digunakan baterai. Baterai yang digunakan harus memenuhi kriteria motor yang dipakai. Jenis baterai yang telah disediakan sesuai dengan karakteristik motor listrik yaitu baterai tipe Green Power 144 V dan 160 Ah. Berikut spesifikasi baterai yang digunakan:

Tabel IV. 15 Spesifikasi Baterai

| | | |
|---------|--------------------|----|
| Tipe | GP 144V dan 160 Ah | |
| Merek | Aquawatt | |
| Voltase | 144 | V |
| Ampere | 160 | Ah |
| Power | 23 | kW |
| Panjang | 980 | mm |
| Lebar | 740 | mm |
| Tinggi | 330 | mm |
| Berat | 265 | kg |



Gambar IV. 7 Baterai

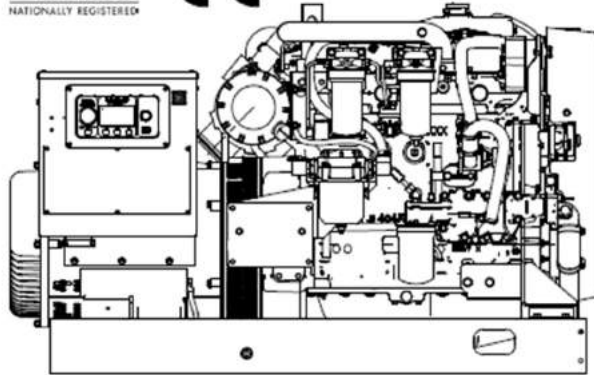
(sumber: <http://www.aquawatt.at>)

IV.7.4. Pemilihan Generator Set

Sama halnya dengan pemilihan baterai, pemilihan genset juga didasarkan pada besar kebutuhan daya motor listrik. Sehingga dapat mencukupi kebutuhan motor listrik.

Data genset yang dipilih adalah sebagai berikut :

ISO 9001
KOHLER
POWER SYSTEMS
NATIONALLY REGISTERED



Generator Weights and Dimensions

| | Generator Set | |
|--|---------------|--------------|
| | HX/KC* | RAD* |
| Weight, kg (lb.) | | |
| Wet | 1005 (2216) | 1028 (2266) |
| Dry | 978 (2156) | 1001 (2206) |
| Length, mm (in.) | 1606 (63.22) | 1941 (76.40) |
| Width, mm (in.) | 738 (29.04) | 827 (32.57) |
| Height, mm (in.) | 961 (37.82) | 1265 (49.80) |
| * HX/KC = Heat Exchanger/Keel Cooled Model | | |
| * RAD = Radiator Model | | |

See the drawings on the last page for detailed dimensions.

Gambar IV. 8 *Generator Set*

(Sumber: Kohler)

| | |
|---|---------------------------|
| Daya motor listrik | : 25 kW |
| Kebutuhan daya selama 10 jam (80% kebutuhan baterai) | : 85 kWh |
| Kebutuhan total daya generator | : 39.1 kW |
| Merk generator | : Kohler |
| Tipe generator | : 50EFOZCJ(4P10X) |
| Daya | : 50 kW |
| RPM | : 1800 |
| Konsumsi bahan bakar | : 14 liter/h |
| | : 0.014 m ³ /h |
| ρ solar | : 0.8 ton/ m ³ |
| Total konsumsi | : 0.109 ton/h |

: 0.439 ton/4h
Berat : 1002 kg

IV.7.5. Pemilihan Panel Surya

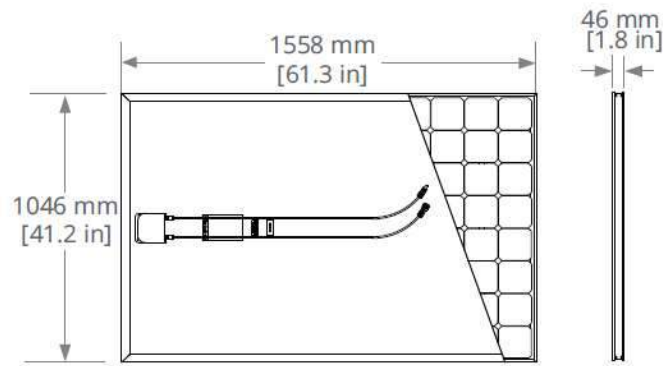
Jumlah panel surya yang digunakan ditentukan berdasarkan luasan atap kapal. Atap kapal nantinya akan digunakan sebagai tempat untuk pemasangan panel surya. Pemilihan panel surya juga harus mempertimbangkan spesifikasi teknis yang cocok dengan yang disyaratkan oleh baterai, misalnya voltase yang cocok.

Maka, panel surya yang dipilih adalah panel surya dengan jenis *Monocrystalline* dikarenakan memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan panel surya jenis *Polycrystalline*.

Sistem hibrid yang dipakai adalah kombinasi mesin diesel dan energi listrik dari panel surya. Dimana pembagian daya dari kedua sumber listrik tersenut adalah 20% energi dari panel surya dan 80% dari diesel. Panel surya yang digunakan didasarkan pada kebutuhan daya yang dibutuhkan dari motor listrik. Adapun rinciannya sebagai berikut.

| Electrical Data | | |
|---|-----------------------|-------------|
| | SPR-X21-335-BLK | SPR-X21-345 |
| Nominal Power (P _{nom}) ¹¹ | 335 W | 345 W |
| Power Tolerance | +5/-0% | +5/-0% |
| Avg. Panel Efficiency ¹² | 21.0% | 21.5% |
| Rated Voltage (V _{mpp}) | 57.3 V | 57.3 V |
| Rated Current (I _{mpp}) | 5.85 A | 6.02 A |
| Open-Circuit Voltage (V _{oc}) | 67.9 V | 68.2 V |
| Short-Circuit Current (I _{sc}) | 6.23 A | 6.39 A |
| Max. System Voltage | 600 V UL & 1000 V IEC | |
| Maximum Series Fuse | 15 A | |
| Power Temp Coef. | -0.30% / °C | |
| Voltage Temp Coef. | -167.4 mV / °C | |
| Current Temp Coef. | 3.5 mA / °C | |

Gambar IV. 9 Spesifikasi Panel Surya



Gambar IV. 10 Dimensi Panel Surya

(Sumber: SunPower X-Series Residential Solar Panels)

Panel surya yang dipilih adalah SPR-X21-345 dengan rincian:

Luas permodul = 1.6297 m²

Berat = 0.0186 ton

Pbaterai = 25 kW ; kebutuhan daya mesin

tmesin = 4 h ; lama penggunaan mesin (1 trip)

Pmodul = 345 W ; daya output 1 panel surya

Pemanasan Efektif = 6 h/day

Perhitungan kebutuhan energi listrik selama operasi:

P = P baterai x t mesin

= 100 kWh

= 100000 Wh

= 20000 Wh ; untuk 20% dari total daya

Perhitungan kebutuhan jumlah panel surya:

$\sum \text{modul} = P / P_{\text{modul}}$

= 57.97 W

$$= \sum \text{modul} / t \text{ efektif}$$

$$= 5.79$$

$$= 6 \text{ unit modul}$$

Luasan total panel surya:

$$\text{Luas} = \text{Luas permodul} \times \text{jumlah modul}$$

$$= 9.778 \text{ m}^2$$

IV.7.6. Pemilihan *Solar Charger Controller*

Sistem charging atau pengisian ulang daya baterai adalah hal yang penting untuk diketahui. Dengan sistem charging yang optimal maka umur baterai akan lebih tahan lama dan tidak mudah rusak.

Untuk mengatur arus serta tegangan yang mengalir dari solar panel ke baterai maka diperlukan *charge controller*. Gambar dari *charge controller* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar IV. 11 *Solar charger controller*

(sumber: www.amazon.co.uk)

Fungsi dari charge controller adalah sebagai berikut:

- Memutus hubungan antara solar panel dan baterai saat baterai penuh.
- Otomatis akan melakukan charging saat daya baterai berada dibawah 5%.
- Mengatur kelebihan tegangan dan arus dari solar panel ke baterai.

Pengisian ulang baterai dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- Intensitas cahaya matahari.
- Jenis rangkaian solar panel (seri / paralel).
- Besar tegangan dan arus solar panel.

Semakin panas dan banyak cahaya matahari yang diterima oleh permukaan solar cell maka akan semakin banyak pula energi panas yang dikonversi menjadi energi listrik. Intensitas cahaya matahari ini secara tidak langsung mempengaruhi besarnya tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh solar cell.

Sedangkan pemilihan jenis rangkaian solar cell akan dijelaskan di bawah ini :

a. Rangkaian seri

- Besarnya tegangan total (V) merupakan besarnya tegangan tiap solar panel dikali jumlah solar panel.
- Besarnya arus total (A) sama dengan arus per solar panel, tidak bertambah sesuai jumlah solar panel.
- Daya total (Wh) bertambah sesuai jumlah solar panel, sama seperti tegangan.
- Tidak memerlukan rangkaian kabel yang panjang.
- Jika salah satu solar panel rusak, maka seluruh rangkaian tidak akan berfungsi.

b. Rangkaian paralel

- Besarnya tegangan total (V) sama dengan tegangan tiap solar panel, tidak dijumlahkan.
- Besarnya arus total (A) merupakan penjumlahan dari arus tiap solar panel.
- Daya total (Wh) bertambah sesuai jumlah solar panel.
- Memerlukan rangkaian kabel penghubung yang lebih panjang.
- Masih dapat berfungsi jika salah satu solar panel dicabut atau rusak.

Lama proses *charging* dari panel surya ke baterai dapat dihitung dengan cara membagi total *capacity* baterai dengan arus total yang dikeluarkan dari panel surya. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Solar panel power per unit} &= 345 \text{ Wh} \\ \text{Solar panel power total} &= 345 \times 6 \\ &= 2070 \text{ Wh} \\ \text{Solar panel current per unit} &= 6.02 \text{ A} \\ \text{Solar panel current total} &= 6.02 \times 6 \end{aligned}$$

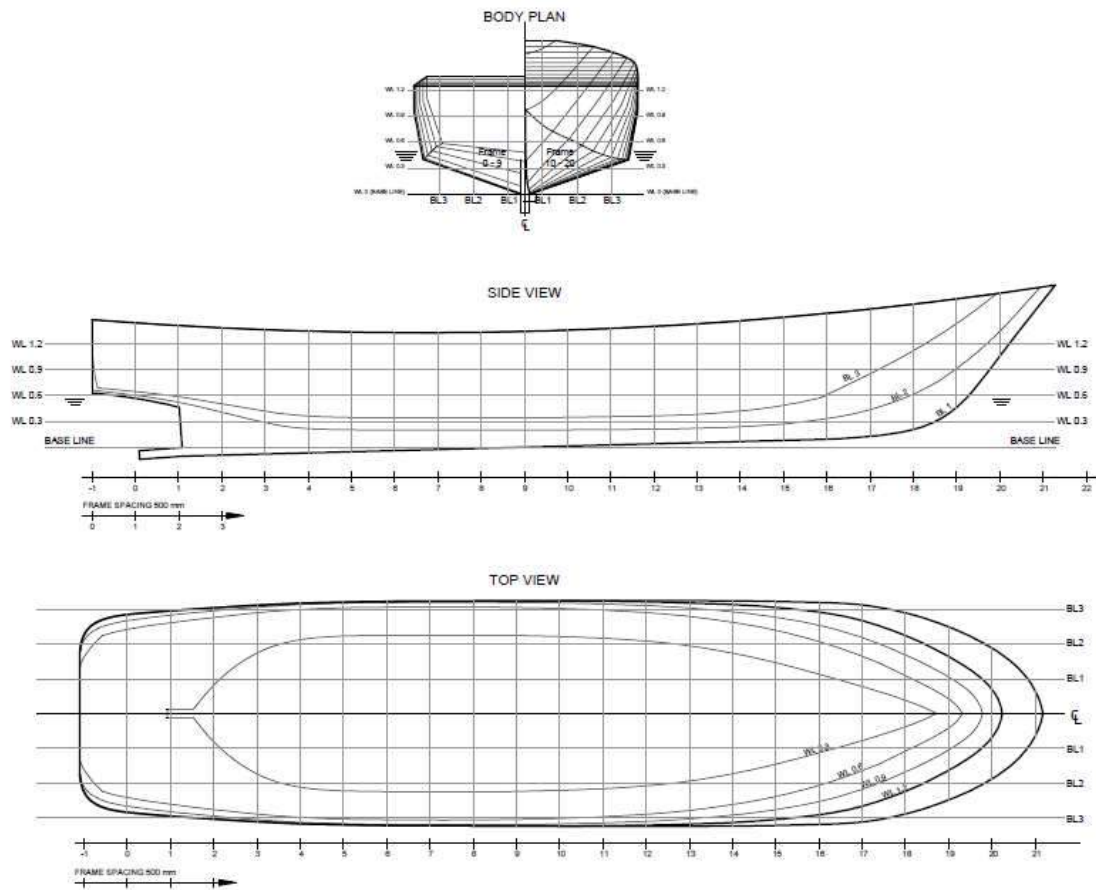
$= 36.12 \text{ A}$
 Battery capacity per unit $= 20000 \text{ Wh}$
 Battery charge total $= 160 \text{ A}$

Maka, charging time $= \text{Battery charge total} / \text{Solar panel current total}$
 $= 160 / 36.12$
 $= 4.43$
 $= 4 \text{ jam } 43 \text{ menit}$

Charging time baterai utama (160 A, 20000 Wh) menggunakan 6 buah panel surya (57.3 V, 345 Wh, 6.02 A) adalah 4 jam 43 menit. Maka untuk menghemat waktu *charging*, pada saat kapal beroperasi dilakukan proses *charging* untuk baterai. *Charging* baterai juga dapat dilakukan pada saat di *homeport*.

IV.8. Perencanaan Rencana Garis

Proses pemodelan rencana garis ini menggunakan bantuan *software maxsurf student version*. Dengan menggunakan bantuan *software* ini akan mempersingkat proses pemodelan dibandingkan dengan metode lainnya. Selain itu, *software maxsurf* juga memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.



Gambar IV. 12 *Linesplan*

Untuk lebih jelasnya gambar perencanaan rencana garis bisa dilihat pada lampiran.

IV.9. Perencanaan Gambaran Umum

Proses pembuatan Rencana Umum didasarkan dari *out line* dari Rencana Garis yang berfungsi sebagai bentuk terluar kapal. Rencana Umum merupakan gambar rancangan ruangan-ruangan hasil desain. Dengan *lines plan* secara garis besar bentuk badan kapal (*outline*) akan terlihat sehingga memudahkan dalam mendesain serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal secara keseluruhan. Pembuatan Rencana Umum menggunakan *software CAD*.

Adapun perencanaan gambaran umum sebagai berikut:

1. Ruang Steering Gear

Tempat steering gear lengkap dengan steering hydraulic yang juga dilengkapi peralatan kemudi darurat.

2. Ruang Mesin (Engine Room)

- Tempat instalasi mesin induk.
- Tangki Bahan Bakar disisi kiri dan kanan.
- Tempat pompa-pompa

3. Ruang-ruang Muatan Ikan

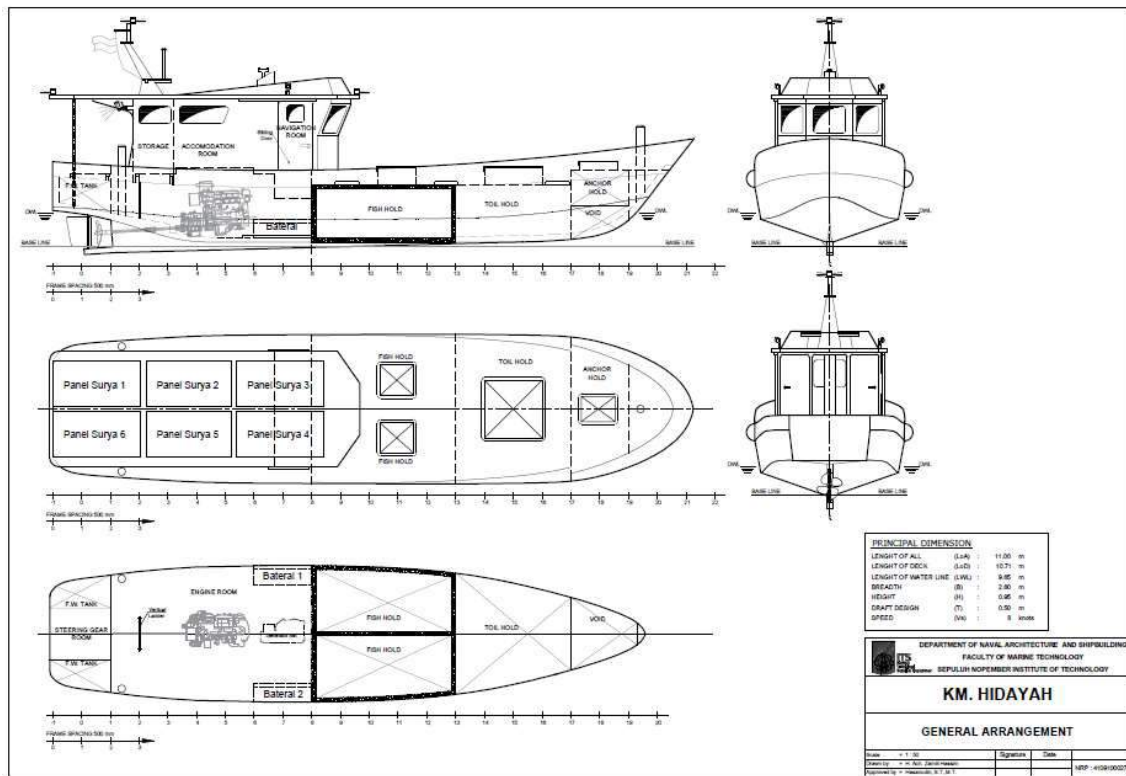
- 1 (satu) buah ruang muat memanjang kapal dengan kapasitas untuk 1 ton ikan.
- Dilengkapi dengan 2 (dua) tutup palka berukuran 60 cm x 60 cm kedap air dan kedap cuaca.
- Untuk menghindari terjadinya *sloshing*, dipasang sekat *portable*.
- 1 ruang tertutup untuk penyimpanan alat tangkap dilengkapi dengan tutup palka dengan ukuran 1000x1000 mm.

4. Ruang Ceruk haluan

- Ruang ceruk haluan merupakan ruang kosong, apabila diperlukan bisa juga digunakan sebagai cadangan daya apung.

5. Ruang Anjungan dan Cabin ABK

- Ruang Anjungan digunakan untuk ruang pengendalian kapal dilengkapi dengan peralatan kemudi, navigasi dan komunikasi.
- Ruang anjungan dengan tinggi bersih 1750 mm (sesuai gambar rencana umum) dilengkapi jendela di sekeliling ruangan. Pintu keluar masuk anjungan berada pada sisi kiri kanan anjungan dengan system geser.

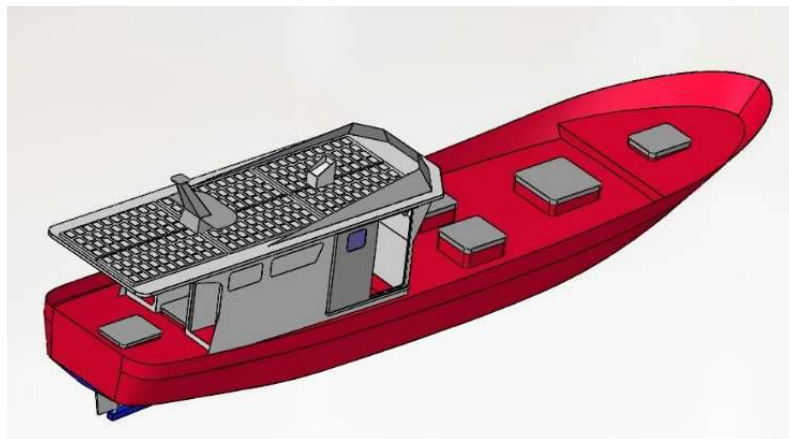
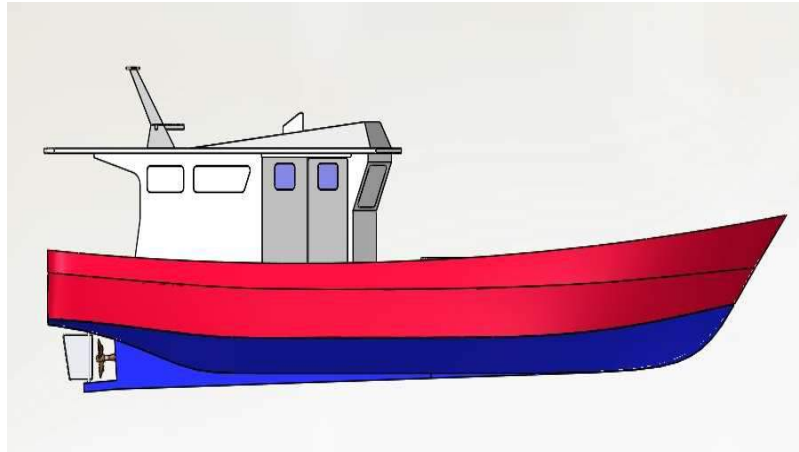


Gambar IV. 13 *General Arrangement*

Untuk lebih jelasnya gambar perencanaan gambar umum bisa dilihat pada lampiran.

IV.10. Pemodelan Kapal 3 Dimensi

Setelah pembuatan Rencana Garis dan Rencana Umum, tahap selanjutnya adalah membuat model tiga dimensi kapal. Hal ini bermaksud agar memperjelas bentuk kapal dengan model nyata tiga dimensi kapal. Pembuatan model tiga dimensi harus sesuai dengan ukuran utama kapal dan bentuk model yang dibuat semirip mungkin. Ada beberapa aplikasi untuk membuat model 3 dimensi.



Gambar IV. 14 Tiga Dimensi Kapal

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

ANALISIS EKONOMIS

V.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Ikan

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen pembahasan, seperti biaya material kayu, biaya perlengkapan kapal, biaya permesinan kapal, dan biaya komponen kelistrikan. Adapun rincian perhitungan biaya pembangunan kapal dapat dilihat pada lampiran.

Dari hasil perhitungan dihasilkan biaya pembangunan kapal adalah sebesar Rp812.300.000. Sedangkan hasil koreksi ekonomi yang nantinya akan ditambahkan sebagai biaya (jasa) pembuatan adalah sebesar Rp56.861.000. Sehingga total harga kapal setelah ditambah dengan koreksi ekonomi sebesar Rp869.161.000.

V.2. Perhitungan Operational Cost

Biaya operasional adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh owner kapal secara rutin pada saat kapal beroperasi. Perhitungan biaya operasional kapal pada Tugas Akhir ini dihitung untuk biaya pengeluaran pertahun. Faktor yang paling besar dapat mempengaruhi besarnya operasional kapal adalah biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, biaya bahan bakar, dan biaya cicilan uang pinjaman bank. Besar operasional pertahun dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel V. 1 Biaya Operasional kapal

| Biaya | Nilai | Masa |
|--------------------|----------------------|------------------|
| Gaji Crew | Rp120.000.000 | per tahun |
| Biaya Perawatan | Rp86.916.100 | per tahun |
| Asuransi | Rp17.383.220 | per tahun |
| Bahan Bakar Diesel | Rp207.648.000 | per tahun |
| TOTAL | Rp431.947.320 | per tahun |

V.3. Perhitungan Biaya Investasi

Penentuan biaya investasi merupakan patokan owner untuk mengetahui apakah kapal yang dibuat layak untuk dilakukan pembangunan sesuai dengan periode yang ditentukan. Setelah diketahui harga jual kapal (*price*), maka diasumsikan pemilik kapal melakukan pinjaman pada

bank sebesar 65% dari harga jual kapal dengan bunga 13,5% per tahun. Hal itu sesuai dengan kebijakan Bank Mandiri per 5 Maret 2017. Selain harga jual kapal, dalam penghitungan biaya investasi juga melibatkan biaya operasional kapal.

V.3.1. Perhitungan Break Event Point (BEP)

Dari penentuan harga tiket pada proses sebelumnya, langkah selanjutnya adalah perhitungan *Break Event Point* (BEP) . perhitungan BEP untuk kapal ikan ini dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

$$\text{BEP} = \text{TEC} \times P / (P - V)$$

dimana, BEP adalah break event point

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

$$\text{TFC} = \text{Biaya pembangunan Kapal}$$

$$= \text{Rp}869.161.000$$

$$P = \text{Pemasukan per tahun}$$

$$= \text{Rp}1.820.000.000$$

$$V = \text{biaya variabel per tahun}$$

$$= \text{Rp}431.947.443$$

$$\text{BEP} = \text{Rp}1139634816$$

Jadi, omset minimal yang harus didapat adalah Rp 1.139.634.816,- . Perolehan omset minimal terjadi pada tahun ke-3 kapal tersebut beroperasi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari seluruh proses desain yang telah diselesaikan maka didapatkan kesimpulan dan saran untuk Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan perhitungan analisis teknis, didapatkan ukuran utama kapal yaitu:

Lpp : 11.00 m

B : 2.60 m

H : 0.95 m

T : 0.5 m

Kecepatan dinas 8 knots

Power mesin 34.125 HP

2. Didapatkan spesifikasi komponen hibrida sebagai berikut:

- Mesin diesel: *merk* Dongfeng, *type* S1135.
- Mesin listrik: model JDM490.
- Baterai yang digunakan adalah Aqua Watt GP 144V 160Ah dengan besar penyimpanan 23 kW.
- Menggunakan panel surya SPR-X21-345 dengan power output 345 W sebanyak 6 unit.
- Genset Kohler 50EFOZCJ(4P10X) 50 kW dengan konsumsi bahan bakar 14 liter per jam.
- *Charging time* baterai adalah 4 jam 43 menit.

3. Hasil dari *Lines Plan*, *General Arrangement*, Model tiga Dimensi kapal ikan: Terlampir

4. Biaya Pembangunan kapal sebesar Rp 812.300.000,- dan biaya operasional kapal didapatkan sebesar Rp431.947.320,- pertahun. Biaya tersebut termasuk, gaji kru kapal, biaya perawatan, asuransi, dan biaya bahan bakar. Sedangkan untuk lama kembali modal selama 3 tahun kapal beroperasi.

VI.2. Saran

Adapun saran yang dapat direkomendasikan oleh penulis agar dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlu tinjauan lebih dalam mengenai perhitungan konstruksi dan model konstruksi yang tepat digunakan untuk kapal berbahan kayu.
2. Untuk model lambung kapal perlu pengembangan lebih lanjut. Pengembangan kapal berbahan kayu ini tidak hanya untuk kapal monohull saja.

DAFTAR PUSTAKA

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 1985 Tentang Perikanan.

Setianto, Indradi. (2007). *Kapal Perikanan*. UNDIP. Semarang.

Purbayanto et al. (2004). *Kajian Teknis Kemungkinan Pengalihan Pengaturan Perijinan dari GT menjadi Volume Palka pada Kapal Ikan. Makalah tentang "Paradigma baru pengelolaan perikanan yang bertanggungjawab dalam rangka mewujudkan kelestarian sumberdaya dan manfaat ekonomi maksimal"* 10-11 Mei 2004.

Djauhar Manfaat. (2013). *Case-Based Design: Desain Berbasis Kasus*. Gramedia Pustaka Utama.

Ayodhya, A.U. 1972. *Craft and Gear*. Jakarta: Correspondence Course Centre.

Iskandar, B.H., dan S. Pujiati. 1995. *Keragaan Teknis Kapal Perikanan di Beberapa Wilayah Indonesia [Laporan penelitian]*. Bogor: Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut pertanian Bogor.

<http://sanfordlegenda.blogspot.co.id/2013/10/Solar-cells-Jenis-jenis-sel-surya.html>

<http://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/>

<https://informasiplts.wordpress.com/2012/09/13/komponen-solar-system/>

http://www.aquawatt.at/GB/startseite_GB.html

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



H. Ach. Zamili Hassim, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Bangkalan pada 27 Februari 1991 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Prancak, kemudian melanjutkan ke SDN 1 Prancak, SMPN 1 Sepulu dan SMPN 2 Bangkalan serta SMAN 1 Bangkalan. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2009 melalui jalur PMDK reguler.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal.

Angka Konsumsi Ikan dan Kebutuhan Ikan Tahun 2014

| | Kabupaten | Angka Konsumsi Ikan | Jumlah Penduduk | Kebutuhan Ikan (ton) |
|---|-----------|---------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | Bangkalan | 48,155 | 945.821 | 45.546 |
| 2 | Gresik | 37,856 | 1.241.613 | 47.002 |
| 3 | Surabaya | 34,449 | 2.833.924 | 97.626 |
| 4 | Sampang | 63,505 | 925.911 | 58.800 |
| 5 | Pamekasan | 65,152 | 836.224 | 54.482 |
| 6 | Sumenep | 49,827 | 1.067.202 | 53.176 |

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur Tahun 2014

Penangkapan Ikan Laut Tahun 2014

| | Kabupaten | Jumlah (ton) |
|---|-----------|--------------|
| 1 | Bangkalan | 24.966,60 |
| 2 | Gresik | 17.269,00 |
| 3 | Surabaya | 7.802,90 |
| 4 | Sampang | 9.840,30 |
| 5 | Pamekasan | 22.522,00 |
| 6 | Sumenep | 47.091,90 |

Jumlah Nelayan

| | Kabupaten | Nelayan Laut | | | Jumlah |
|---|-----------|--------------|----------|---------------|--------|
| | | Tetap | Sambilan | Kadang-Kadang | |
| 1 | Bangkalan | 6.103 | - | - | 6.103 |
| 2 | Gresik | 3.893 | 5.311 | - | 9.204 |
| 3 | Surabaya | 5.814 | 1.251 | 536 | 7.601 |
| 4 | Sampang | 11.279 | 690 | 331 | 12.300 |
| 5 | Pamekasan | 14.608 | - | - | 14.608 |
| 6 | Sumenep | 27.397 | 5.820 | 6.983 | 40.200 |

JUMLAH ARMADA PERIKANAN LAUT MENURUT UKURAN

| | Kabupaten | Kapal Motor (GT) | | | | | Jumlah |
|---|-----------|------------------|----------|-----------|-----------|------|--------|
| | | 0 s.d 5 | 6 s.d 10 | 11 s.d 20 | 21 s.d 30 | > 31 | |
| 1 | Bangkalan | 949 | 31 | | | | 980 |
| 2 | Gresik | 4.015 | 92 | | 29 | | 4136 |
| 3 | Surabaya | | | | | | 0 |
| 4 | Sampang | 719 | 273 | 128 | | | 1120 |
| 5 | Pamekasan | | | | | 96 | 96 |
| 6 | Sumenep | 3.575 | 1.974 | 415 | 15 | 4 | 5983 |

Penangkapan Ikan Laut Tahun 2013

| | Kabupaten | Jumlah (ton) |
|---|-----------|--------------|
| 1 | Bangkalan | 24.659,90 |
| 2 | Gresik | 18.381,00 |
| 3 | Surabaya | 7.441,20 |
| 4 | Sampang | 9.296,60 |
| 5 | Pamekasan | 20.263,70 |
| 6 | Sumenep | 45.736,00 |

Jumlah Nelayan

| | Kabupaten | Nelayan Laut | | | Jumlah |
|---|-----------|--------------|----------|---------------|--------|
| | | Tetap | Sambilan | Kadang-Kadang | |
| 1 | Bangkalan | 6.103 | - | - | 6.103 |
| 2 | Gresik | 3.893 | 5.311 | - | 9.204 |
| 3 | Surabaya | 2.293 | - | - | 2.293 |
| 4 | Sampang | 11.279 | 690 | 331 | 12.300 |
| 5 | Pamekasan | 14.608 | - | - | 14.608 |
| 6 | Sumenep | 27.397 | 5.820 | 6.983 | 40.200 |

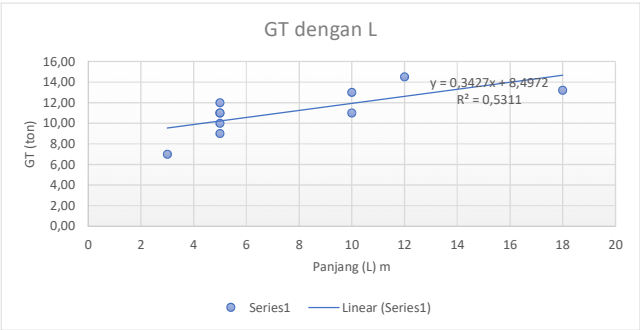
JUMLAH ARMADA PERIKANAN LAUT MENURUT UKURAN

| | Kabupaten | Kapal Motor (GT) | | | | | Jumlah |
|---|-----------|------------------|----------|-----------|-----------|------|--------|
| | | 0 s.d 5 | 6 s.d 10 | 11 s.d 20 | 21 s.d 30 | > 31 | |
| 1 | Bangkalan | 158 | 23 | | | | 181 |
| 2 | Gresik | 3.961 | 92 | 28 | | | 4081 |
| 3 | Surabaya | | | | | | 0 |
| 4 | Sampang | 600 | 85 | | | | 685 |
| 5 | Pamekasan | | | | | 89 | 89 |
| 6 | Sumenep | 2.769 | 1.342 | 958 | 597 | 238 | 5904 |

Data Kapal Pemandang

| No | Nama Kapal | GT (ton) | Panjang (H) | Lebar (B) | Tinggi (H) | Sarat (T) |
|----|--------------------------|----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| 1 | PT. SSBOATYARD | 5 | 12,00 | 2,50 | 0,80 | 0,50 |
| 2 | PT. SSBOATYARD | 10 | 11,00 | 3,00 | 1,05 | 0,60 |
| 3 | JAVANESE BOATS JF 1430 A | 3 | 7,00 | 1,50 | 0,60 | 0,60 |
| 4 | JAVANESE BOATS JF 1846 A | 12 | 14,50 | 3,60 | 1,20 | 1,00 |
| 5 | FISHING BOAT TYPE U1 | 5 | 11,00 | 2,60 | 0,80 | 0,50 |
| 6 | KAPAL KAYU JATI | 5 | 11,00 | 2,80 | 1,00 | 0,50 |
| 7 | KAPAL KAYU JATI | 5 | 10,00 | 2,95 | 0,90 | 0,45 |
| 8 | Samudra Jaya Empat | 18 | 13,20 | 3,62 | 1,50 | 1,00 |
| 9 | Samudra Jaya Dua | 10 | 13 | 2,40 | 1,00 | 0,80 |
| 10 | Sinar Jaya 02 | 5 | 9 | 2,60 | 0,82 | 0,60 |

Regresi Data Ukuran Utama Kapal Pemandang

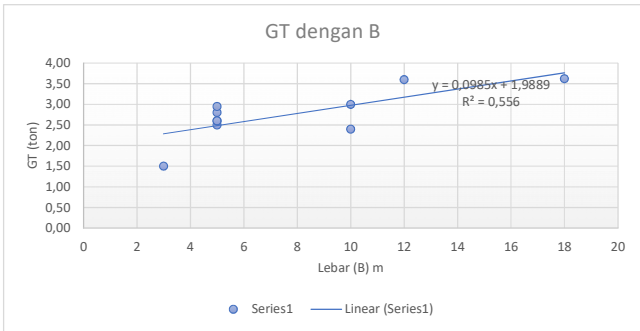


dari grafik di samping didapat persamaan:

$$y = 0,342665 x + 8,497211$$

$$L_0 = 0,342665 \text{ GT} + 8,497211$$

$$L_0 = 11 \text{ m}$$

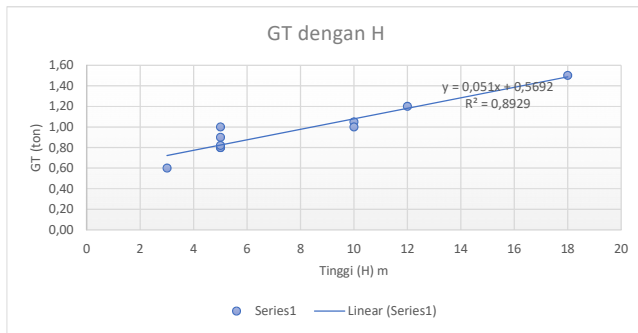


dari grafik di samping didapat persamaan:

$$y = 0,098471 x + 1,988926$$

$$B_0 = 0,098471 \text{ GT} + 1,988926$$

$$B_0 = 2,6 \text{ m}$$

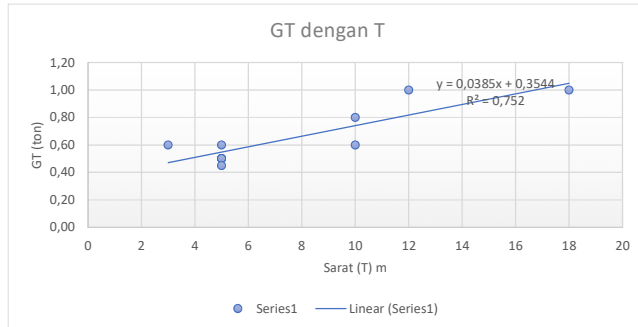


dari grafik di samping didapat persamaan:

$$y = 0,051002 x + 0,569184$$

$$H_0 = 0,051002 GT + 0,569184$$

$$H_0 = 0,95 \text{ m}$$



dari grafik di samping didapat persamaan:

$$y = 0,038533 x + 0,354442$$

$$T_0 = 0,038533 GT + 0,354442$$

$$T_0 = 0,5 \text{ m}$$

Motor Diesel

Pada dasarnya prinsip kerja mesin diesel adalah merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia didapatkan melalui proses pembakaran dari bahan bakar (solar) dan oksidiser (udara) di dalam silinder (ruang bakar). Pada mesin diesel, terdapat ruangan yang dirancang khusus agar di ruangan itu dapat terjadi peningkatan suhu hingga mencapai titik nyala yang sanggup membakar bahan bakar. Ruangan ini “dimampatkan” sehingga memiliki tekanan dan suhu yang cukup tinggi.

Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu. Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa : kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

Generator Set

Genset atau yang merupakan singkatan dari Generator Set ini adalah sebuah Perangkat yang mampu menghasilkan Daya Listrik. Genset ini merupakan seperangkat atau gabungan antara Generator atau Alternator dan Engine yang dapat digunakan sebagai Alat Pembangkit Listrik.





Gambar Generator Set

WOOD DENSITY

| Jenis Kayu | Kgs/M3 |
|--------------------|-----------|
| Pinus | 350 - 560 |
| Jati | 630 - 720 |
| Mahoni | 495 - 545 |
| Yellow Balau | 880 - 980 |
| Merbau | 725 - 900 |
| Meranti merah | 580 - 770 |
| Eucalyptus Saligna | 660 - 670 |
| Acacia | 550 - 600 |

PERHITUNGAN BERAT KAPAL

| Jenis Material | Berat (kgr/m3) | BAGIAN KAPAL | | | | | | | | | | | | Total (kg) | 10% (kg) |
|----------------|-------------------|--------------|-----------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|------------|------------------------|-----------|------------|------------|----------|
| | | BOTTOM | | | SIDE | | | DECK | | | BULKHEAD - SINGLE SKIN | | | | |
| | | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | | |
| Kayu Merbau | 725 | 12 | 28,60 | 249 | 10 | 20,90 | 152 | 8 | 22,88 | 133 | 2 | 10,87 | 16 | 549 | 604 |
| | 800 | 12 | 28,60 | 275 | 10 | 20,90 | 167 | 8 | 22,88 | 146 | 2 | 10,87 | 17 | 606 | 666 |
| | 900 | 12 | 28,60 | 309 | 10 | 20,90 | 188 | 8 | 22,88 | 165 | 2 | 10,87 | 20 | 681 | 749 |

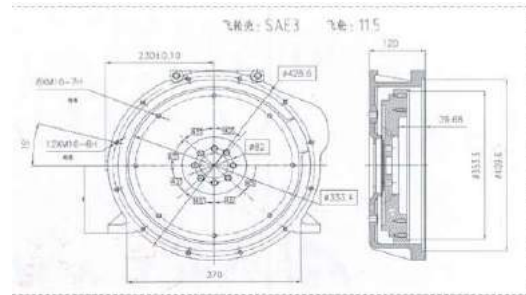
| Jenis Material | Berat (kgr/m3) | BAGIAN KAPAL | | | | | | | | | | | | Total (kg) | 10% (kg) |
|----------------|-------------------|----------------------|-----------|------------|--------------------------|----------|------------|---------------------------|----------|------------|-----------------|-----------|------------|------------|----------|
| | | BULKHEAD - STIFFENER | | | FRAME - TRANSVERSE FRAME | | | FRAME - SIDE LONGITUDINAL | | | FRAME - GIRDERS | | | | |
| | | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | | |
| Kayu Merbau | 725 | 5 | 3,55 | 13 | 5 | 29,70 | 108 | 5 | 12,54 | 45 | 5 | 17,16 | 62 | 228 | 251 |
| | 800 | 5 | 3,55 | 14 | 5 | 29,70 | 119 | 5 | 12,54 | 50 | 5 | 17,16 | 69 | 252 | 277 |
| | 900 | 5 | 3,55 | 16 | 5 | 29,70 | 134 | 5 | 12,54 | 56 | 5 | 17,16 | 77 | 283 | 312 |

| Jenis Material | Berat (kgr/m3) | BAGIAN KAPAL | | | | | | | | | | | | Total (kg) | 10% (kg) |
|----------------|-------------------|----------------|-----------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|------------|---------------------------------|-----------|------------|------------|----------|
| | | FRAME - FLOORS | | | BEAMS | | | TANK | | | SUPERSTRUCTURE - SHELL LAMINATE | | | | |
| | | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | | |
| Kayu Merbau | 725 | 7 | 34.32 | 174 | 15 | 59,40 | 646 | 8 | 22,00 | 128 | 5 | 18,09 | 66 | 1013 | 1115 |
| | 800 | 7 | 34.32 | 192 | 15 | 59,40 | 713 | 8 | 22,00 | 141 | 5 | 18,09 | 72 | 1118 | 1230 |
| | 900 | 7 | 34.32 | 216 | 15 | 59,40 | 802 | 8 | 22,00 | 158 | 5 | 18,09 | 81 | 1258 | 1384 |

| Jenis Material | Berat (kgr/m3) | BAGIAN KAPAL | | | | | | | | | | | | Total (kg) | 10% (kg) |
|----------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|----------------------------|----------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|------------|----------|
| | | SUPERSTRUCTURE - FRONT WALL | | | SUPERSTRUCTURE - STIFFENER | | | KEEL | | | - | | | | |
| | | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas(m²) | Berat (kg) | Tebal (cm) | Luas (m²) | Berat (kg) | | |
| Kayu Merbau | 725 | 4 | 2,47 | 7 | 5 | 34,32 | 124 | 15 | 8,80 | 96 | 1 | 0,00 | 0 | 227 | 250 |
| | 800 | 4 | 2,47 | 8 | 5 | 34,32 | 137 | 15 | 8,80 | 106 | 1 | 0,00 | 0 | 251 | 276 |
| | 900 | 4 | 2,47 | 9 | 5 | 34,32 | 154 | 15 | 8,80 | 119 | 1 | 0,00 | 0 | 282 | 310 |

| Kayu Merbau | Total (kg) | Total (ton) | 10% (kg) |
|-------------|------------|-------------|----------|
| | 2018 | 2,018 | 2219 |
| | 2226 | 2,226 | 2449 |
| | 2505 | 2,505 | 2755 |

Hasil perhitungan power kapal



| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Model | JDM490 |
| Type | Vertical, 4-cylinder |
| Combustion | Direct Injection |
| Bore x Stroke(mm) | 4-90x100 |
| Displacement(L) | 2.54 |
| Compression Ratio | 18:1 |
| Output/Speed(kw/rpm) | 34/2400 |
| Cooling System | Water Cooled |
| Lubrication System | Combined Pressure and Splash |
| Starting Method(kg) | Starting Motor |
| Net Weight(kg) | 280 |
| Overall Size(mm) | 890x600x731 |
| Packing Size(mm) | 1060x720x920 |
| 20FT unit | 16 |

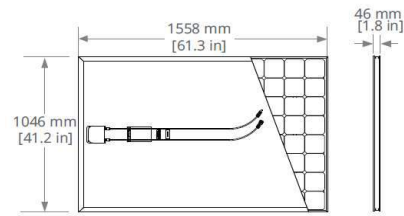
Sumber : https://www.alibaba.com/product-detail/4-cylinder-4-stroke-26kw-35hp_60374346370.html

Pemilihan baterai

| | | |
|---------|---------------|----|
| Type | GP 144V 200Ah | |
| Merek | Aquawatt | |
| Volt | 144 | V |
| Amper | 160 | Ah |
| Power | 23 | kW |
| Panjang | 980 | mm |
| Lebar | 740 | mm |
| Tinggi | 330 | mm |
| Berat | 265 | kg |

Penentuan Panel Surya

Sistem hybrid yang dipakai adalah kombinasi mesin diesel dan energi listrik dari panel surya. Dimana pembagian daya dari kedua sumber listrik tersebut adalah 20% energi dari panel surya dan 80% dari diesel. Panel surya yang digunakan didasarkan pada kebutuhan daya yang dibutuhkan dari motor listrik. adapun rincian sebagai berikut.



Luas per modul = 1,629668 m²
Berat = 0,0186 ton

| Electrical Data | | |
|---|-----------------------|-------------|
| | SPR-X21-335-BLK | SPR-X21-345 |
| Nominal Power (P _{nom}) ¹¹ | 335 W | 345 W |
| Power Tolerance | +5/-0% | +5/-0% |
| Avg. Panel Efficiency ¹² | 21.0% | 21.5% |
| Rated Voltage (V _{mpp}) | 57.3 V | 57.3 V |
| Rated Current (I _{mpp}) | 5.85 A | 6.02 A |
| Open-Circuit Voltage (V _{oc}) | 67.9 V | 68.2 V |
| Short-Circuit Current (I _{sc}) | 6.23 A | 6.39 A |
| Max. System Voltage | 600 V UL & 1000 V IEC | |
| Maximum Series Fuse | 15 A | |
| Power Temp Coef. | -0.30% / °C | |
| Voltage Temp Coef. | -167.4 mV / °C | |
| Current Temp Coef. | 3.5 mA / °C | |

Panel surya yang dipilih adalah SPR-X21-345 dengan jenis monocrystalline karena memiliki efisiensi yang tinggi, sekitar 15-20 %.

P_{baterai} 25 kW ; kebutuhan daya mesin
t_{mesin} 4 h ; lama penggunaan mesin (1 trip)
P_{modul} 345 W ; daya output 1 panel surya
Pemanasan efektif 6 h/day

Perhitungan kebutuhan energi listrik selama operasional

$$\begin{aligned}
 P &= P_{\text{baterai}} \times t_{\text{mesin}} \\
 &= 100 \text{ kWh} \\
 &= 100000 \text{ Wh} \\
 &= 20000 \text{ Wh} \quad ; \text{ untuk 20\% dari total daya}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan jumlah panel surya

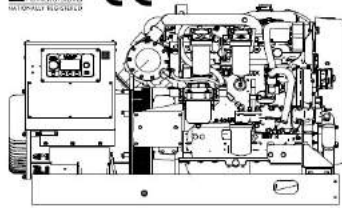
$$\begin{aligned}
 \Sigma_{\text{modul}} &= P / P_{\text{modul}} \\
 &= 57,97101449 \text{ W} \\
 &= \Sigma_{\text{modul}} / t_{\text{efektif}} \\
 &= 9,661835749 \\
 &= 6 \text{ unit modul} \quad 0,1116 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Luasan total panel surya

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= \text{Luas per modul} \times \text{jumlah modul} \\
 &= 9,778 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Pemilihan Generator Set

9001
KOHLER
NATIONALLY REGISTERED



Generator Weights and Dimensions

| | Generator Set | |
|------------------|---------------|--------------|
| | HX/KC* | RAD* |
| Weight, kg (lb.) | | |
| Wet | 1005 (2216) | 1028 (2266) |
| Dry | 978 (2156) | 1001 (2206) |
| Length, mm (in.) | 1606 (63.22) | 1941 (76.40) |
| Width, mm (in.) | 738 (29.04) | 827 (32.57) |
| Height, mm (in.) | 961 (37.82) | 1265 (49.80) |

* HX/KC = Heat Exchanger/Keel Cooled Model
* RAD = Radiator Model

See the drawings on the last page for detailed dimensions.

Generator Ratings (Prime)

| Model Generator (Alternator) | Heat Exchanger/Keel Cooled Models | | | | | Radiator Models | |
|------------------------------------|-----------------------------------|----|----|------|--------------|-----------------|--------------|
| | Voltage | Hz | Ph | Amps | Rated kW/kVA | Amps | Rated kW/kVA |
| 50EFOZCJ (4P10X) | 110/190 | 50 | 3 | 190 | 50.0/63.0 | 182 | 48.0/60.0 |
| | 110/220 | 50 | 3 | 164 | 50.0/63.0 | 157 | 48.0/60.0 |
| | 115/230 | 50 | 1 | 196 | 45.0/45.0 | 196 | 45.0/45.0 |
| | 120/208 | 50 | 3 | 174 | 50.0/63.0 | 167 | 48.0/60.0 |
| | 220/380 | 50 | 3 | 95 | 50.0/63.0 | 91 | 48.0/60.0 |
| | 230/400 | 50 | 3 | 90 | 50.0/63.0 | 87 | 48.0/60.0 |
| | 240/416 | 50 | 3 | 87 | 50.0/63.0 | 83 | 48.0/60.0 |

RATINGS: Ratings per ISO 3046, ISO 8528-1, and Kohler ISO rating guideline 2.14. Obtain technical information bulletin (TIS-101) on ratings guidelines for complete ratings definitions. Availability is subject to change without notice. Kohler Co. reserves the right to change the design or specifications without notice and without any obligation or liability whatsoever. Contact your local Kohler generator set distributor for availability.

10% overload capacity one hour in twelve hours.

| | | |
|----------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Pbaterai | 25 kW | |
| Daya selama 4 jam | 85 kWh | 80% kebutuhan energi listrik baterai |
| Daya generator | 21,25 kW | |
| Merek | Kohler | |
| Tipe generator | 50EFOZCJ(4P10X) | |
| Daya | 50 kW | |
| RPM | 1800 | |
| Konsumsi bahan bakar | 14 liter/jam | |
| | 0,014 m ³ /jam | |
| ρ solar | 0,8 ton/m ³ | |
| konsumsi bahan bakar | 0,109872 ton/jam | |
| | 0,439488 ton/4jam | |
| Berat | 1002 kg | |

Berat Kapal DWT

| No | Item | Value | Unit |
|-----------------|--|-------|----------|
| 1 | Berat Ikan | | |
| | Berat total | 1000 | kg |
| | | 1 | ton |
| 2 | Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan | | |
| | Jumlah penumpang | 4 | orang |
| | Berat penumpang | 75 | kg/orang |
| | Berat barang bawaan | 5 | kg/orang |
| | Berat total penumpang | 300 | kg |
| | Berat total barang bawaan | 20 | kg |
| | Berat total | 320 | kg |
| | | 0,32 | ton |
| 3 | Berat bahan bakar untuk Generator Set | 0,44 | ton |
| Total Berat DWT | | | |
| No | Item | Value | Unit |
| 1 | Berat per Ikan | 0,05 | ton |
| 2 | Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan | 0,32 | ton |
| 3 | Berat bahan bakar untuk Generator Set | 0,44 | ton |
| | Total | 0,81 | ton |

Berat Kapal LWT

| No | Item | Value | Unit |
|----|--|-------|----------------|
| 1 | Berat Lambung Kapal | | |
| | Dari software Masxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan lambung kapal | | |
| | Luasan | 20,9 | m ² |
| | Berat total | 1,880 | ton |
| | Berat total | 1,880 | ton |
| 2 | Berat Geladak Kapal | | |
| | Dari software Masxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal | | |
| | Luasan | 22,88 | m ² |
| | Berat total | 1,072 | ton |
| | Berat total | 1,072 | ton |
| 3 | Berat Bangunan Atas | | |
| | Dari software Masxsurf Pro & Solid Works, didapatkan luasan permukaan Bangunan atas kapal | | |
| | Luasan | 18,09 | m ² |
| | Berat total | 0,810 | ton |
| | Berat total | 0,810 | ton |
| 4 | Berat Konstruksi Lambung Kapal | | |
| | Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20%-25% dari berat lambung kapal (diambil 20%) | | |
| | Luasan | 6, | m ² |
| | Berat total | 0,372 | ton |
| | 30% dari berat kasko kapal | 0,564 | ton |
| | Berat total | 0,936 | ton |
| | Barat total kapal | 2,505 | ton |
| 5 | Equipment & Outfitting | | |
| | Berat kursi | 0,008 | ton |
| | Jumlah kursi | 1 | Unit |
| | Berat total kursi | 0,008 | ton |
| | Jangkar Zyncernize | 0,014 | ton |
| | Peralatan Navigasi | 0,119 | ton |
| | Life Jacket | 0,002 | ton |
| | Lifebuoy | 0,009 | ton |
| | Tali jangkar nylon | 0,021 | ton |
| | Tali tambat | 0,006 | ton |

| | | | |
|---|--|-------|-----|
| | Bolder steel | 0,020 | ton |
| | Damprah ban bekas | 0,060 | ton |
| | Steering Hand Hydraulic | 0,010 | ton |
| | Selang/pipa Hidraulik | 0,020 | ton |
| | Roda Kemudi | 0,005 | ton |
| | As kemudi terbuat dari stainless steel | 0,050 | ton |
| | daun kemudi terbuat dari plat baja | 0,050 | ton |
| | Pemadam (dry powder) type ABC 2 Kg | 0,002 | ton |
| | Kotak P3K | 0,001 | ton |
| | Berat total | 0,396 | ton |
| 6 | Permesinan | | |
| | Generator set | 1,002 | ton |
| | Panel Surya | 0,112 | ton |
| | Baterai | 0,530 | ton |
| | Inboard Motor | 0,280 | ton |
| | Berat total | 1,924 | ton |

| Total Berat LWT | | | |
|-----------------|------------------------|-------|------|
| No | Item | Value | Unit |
| 1 | Berat Total Kapal | 2,505 | ton |
| 5 | Equipment & Outfitting | 0,396 | ton |
| 6 | Sistem Hibrida | 1,924 | ton |
| | Total | 4,825 | ton |

| Total Berat Kapal (DWT+LWT) | | | |
|-----------------------------|-----------------|-------|------|
| No | Item | Value | Unit |
| 1 | Berat Kapal DWT | 0,840 | ton |
| 2 | Berat Kapal LWT | 4,825 | ton |
| | Total | 5,664 | ton |

Berat dan titik berat equipment

| Nama | Jumlah | W (ton) | LCG (m) | KG (m) | W x LCG | W x KG |
|--|--------|-----------|---------|--------|------------|-------------|
| Berat total kursi | 1 | 0,008 | 6,05 | 0,98 | 0,048 | 0,008 |
| Jangkar Zyncrnize | 1 | 0,01 | 5,85 | 0,98 | 0,082 | 0,014 |
| Peralatan Navigasi | 1 | 0,12 | 5,5 | 0,64 | 0,655 | 0,076 |
| Life Jacket | 4 | 0,00 | -3,5 | 0,67 | -0,006 | 0,001 |
| Lifebuoy | 2 | 0,009 | 1,33 | 1,26 | 0,011 | 0,011 |
| Tali jangkar nylon | 1 | 0,021 | 0,57 | 1,26 | 0,012 | 0,026 |
| Tali tambat | 1 | 0,006 | -0,17 | 1,26 | -0,001 | 0,008 |
| Bolder steel | 3 | 0,020 | -0,92 | 1,26 | -0,018 | 0,025 |
| Damprah ban bekas | 6 | 0,060 | -1,67 | 1,26 | -0,100 | 0,076 |
| Steering Hand Hydraulic | 1 | 0,010 | -2,42 | 1,26 | -0,024 | 0,013 |
| Roda Kemudi | 1 | 0,005 | 3,24 | 1,26 | 0,016 | 0,006 |
| As kemudi terbuat dari stainless steel | 1 | 0,050 | -0,75 | 0,80 | -0,038 | 0,040 |
| Daun kemudi terbuat dari plat baja | 1 | 0,050 | -3,51 | 1,80 | -0,176 | 0,090 |
| Pemadam (dry powder) type ABC | 1 | 0,002 | 4,31 | 1,48 | 0,009 | 0,003 |
| Kotak P3K | 1 | 0,001 | 4,31 | 1,48 | 0,004 | 0,001 |
| | | 0,396 | | | 0,475 | 0,398 |
| | | Σ 1 (ton) | | | Σ 2 ton.m) | Σ 3 (ton.m) |

Berat Equipment
=
Σ 1
=
0,3962

LCG dari Midship LWL
=
Σ 2/ Σ 1
=
1,198682 m

KG
=
Σ 3/ Σ 1
=
1,004 m

Berat dan titik berat permesinan

| Nama | Jumlah | W (ton) | LCG (m) | KG (m) | W x LCG | W x KG |
|---------------|--------|------------------|---------|--------|--------------------|--------------------|
| Inboard Motor | 1 | 0,28 | -5,33 | 0,71 | -1,492 | 0,199 |
| Solar Cell | 6 | 0,11 | -1,19 | 2,90 | -0,133 | 0,324 |
| Baterai | 2 | 0,53 | 2,75 | 0,32 | 1,458 | 0,170 |
| Generator Set | 1 | 1,00 | -3,81 | 0,42 | -3,818 | 0,421 |
| | | 1,924 | | | -3,985 | 1,113 |
| | | $\Sigma 1$ (ton) | | | $\Sigma 2$ (ton.m) | $\Sigma 3$ (ton.m) |

$$\begin{aligned} \text{Berat Permesinan} &= \Sigma 1 \\ &= 1,9236 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCG dari Midship LWL} &= \Sigma 2 / \Sigma 1 \\ &= -2,0718 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KG} &= \Sigma 3 / \Sigma 1 \\ &= 0,579 \text{ m} \end{aligned}$$

1. Crew

Direncanakan Crew sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Juru mudi kapal} &= 1 \text{ orang} \\ \text{Pemancing} &= 3 \text{ orang} \\ &+ \\ &= 4 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat per orang} &= 0,075 \text{ ton} \quad (\text{asumsi}) \\ \text{Berat Crew total} &= 0,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Payload

$$\begin{aligned} \text{Total payload ikan} &= 1 \text{ ton} \\ \text{Berat per ikan} &= 0,050 \text{ ton} \quad (\text{asumsi}) \\ \text{Berat Payload} &= 0,05 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Consumables

Perencanaan Operasional :

$$\begin{aligned} \text{Jarak tempuh} &= 237,056 \text{ km} \\ \text{Kecepatan Kapal} &= 8 \text{ knots} \\ &= 4,1156 \text{ m/s} \quad = 9,186 \text{ mil/jam} \\ &= 14,81602 \text{ km/jam} \\ \text{Waktu tempuh} &= \text{Jarak/kecepatan} \\ &= 15,99998 \text{ jam} \\ &= 960,0 \text{ menit} \\ \text{Perencanaan waktu tempuh} &= 8 \text{ jam} \\ \text{Jumlah trip} &= 1 \text{ trip} \\ \text{Jarak tempuh} &= \text{jarak x jumlah trip} \\ &= 237,056 \text{ km} \\ \text{Waktu tempuh total} &= 8 \text{ jam} \\ \text{fule consumption} &= 58,4 \text{ L} \end{aligned}$$

Rekap Berat dan Titik Berat DWT

| Name | W (ton) | LCG (m) | KG (m) | LCG x W | KG x W |
|-------------|------------------|---------|--------|--------------------|--------------------|
| Fuel oil | 0,439 | -3,610 | 0,757 | -1,587 | 0,333 |
| Lubricating | 0,050 | -3,810 | 0,420 | -0,191 | 0,021 |
| Crew | 0,300 | 3,240 | 1,200 | 0,972 | 0,360 |
| Payload | 0,050 | -0,760 | 1,200 | -0,038 | 0,060 |
| Σ | 0,840 | | | -0,843 | 0,774 |
| | $\Sigma 1$ (ton) | | | $\Sigma 2$ (ton.m) | $\Sigma 3$ (ton.m) |

$$\begin{aligned} W &= \Sigma 1 \\ &= 0,840 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCG} &= \Sigma 2 / \Sigma 1 \\ &= -1,004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KG} &= \Sigma 3 / \Sigma 1 \\ &= 0,922 \text{ m} \end{aligned}$$

Berat dan titik berat

| Nama | W (ton) | LCG (m) | KG (m) | W x LCG | W x KG |
|----------------------|-----------------|---------|--------|-------------------|-------------------|
| DWT | | | | | |
| 1. Fuel Oil | 0,439 | -3,610 | 0,757 | -1,587 | 0,333 |
| 2. Lubricating Oil | 0,050 | -3,810 | 0,420 | -0,191 | 0,021 |
| 3. Payload | 0,050 | -0,760 | 1,500 | -0,038 | 0,075 |
| 4. Crew | 0,300 | 3,240 | 1,500 | 0,972 | 0,450 |
| LWT | | | | | |
| 1. Berat Permesinan | 1,924 | -2,072 | 0,579 | -3,985 | 1,113 |
| 2. Berat Equipment | 0,396 | 1,199 | 1,004 | 0,475 | 0,398 |
| 3. Berat Total Kapal | 2,505 | -0,588 | 1,124 | -1,473 | 2,816 |
| | 5,664 | | | -5,827 | 5,205 |
| | Σ 1(ton) | | | Σ 2(ton.m) | Σ 3(ton.m) |

$$W = \Sigma 1 = 5,664 \text{ ton}$$

$$LCG = \Sigma 2 / \Sigma 1 = -1,029 \text{ m}$$

$$KG = \Sigma 3 / \Sigma 1 = 0,919 \text{ m}$$

Koreksi Displacement

1. Gaya angkat (▲) :

$$\Delta = L.B.T.Cb.p = 6,229 \text{ ton}$$

2. Gaya Berat :

$$\begin{aligned} \text{Gaya berat} &= LWT + DWT \\ &= 5,664 \end{aligned}$$

3. Selisih

$$\Delta - (DWT + LWT) = 0,565 = 9,065\%$$

$$\text{Margin} = 0\% - 10\%$$

$$\text{Status} = \text{Diterima}$$

Karena selisih Gaya angkat dengan Gaya Berat masuk dalam batas yang disyaratkan, maka kapal ini dapat mengapung.

Perhitungan Lambung Timbul

Perhitung lambung timbul kapal dengan panjang kurang dari 24 m tidak dapat menggunakan ketentuan Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul menggunakan aturan Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged.

Input data:

| | | | | | |
|---|---|---------|--------------|---|---------------------|
| L | = | 11,00 m | displacement | = | 6,23 m ³ |
| B | = | 2,60 m | Cb | = | 0,425 |
| H | = | 0,95 m | d | = | 0,8075 m |
| T | = | 0,50 m | | | |

Lambung Timbul Awal Untuk kapal Tipe B

0,055

$F_b = 0.8 L$; Untuk kapal $L \leq 50$ m

$F_b = (L/10)^2 + L/10 + 10$; untuk kapal $50 \text{ m} < L$

Sehingga :

$$F_{b1} = 0.8 L = 8,8 \text{ cm}$$

Koreksi

Koefisien block (Cb)

Apabila Cb lebih besar dari 0.68, maka Fb harus dikalikan dengan faktor :

$$F_{b'} = C_b + 0.68$$

$$C_b = 0,425 ; \text{ maka tidak ada koreksi}$$

Koreksi Tinggi (Depth)

$$D = 0,50 \text{ m}$$

$$L/15 = 0,733 \text{ m}$$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi

jika, $D > L/15$; lambung timbul standar ditambah dengan $20 (D - L/15)$ cm

$$\text{maka } F_{b3} = 8,8 \text{ cm}$$

Total Lambung Timbul

$$F_{b4} = 8,8 \text{ cm}$$

$$= 0,088 \text{ m}$$

Ketinggian Bow Minimum (Bwm)

Persyaratan tinggi *bow minimum* tidak disyaratkan untuk kapal dengan panjang kurang dari 24 meter. Sehingga tidak ada peraturan untuk tinggi bow minimum.

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar dari lambung timbul total

Kondisi = Diterima

PERHITUNGAN STABILITAS

INTACT STABILITY CRITERIA

The intact stability shall comply with the following requirements the intact stability requirement of IMO International Code on Intact Stability, 2008, Part A, Chapter 2.2 and Chapter 2.3.

INTACT STABILITY CRITERIA IMO INTERNATIONAL CODE ON INTACT STABILITY, 2008, PART A, CHAPTER 3.

General intact stability criteria for all ships complies at least with the following minimum criteria:

- 1) The area under the righting lever curve (GZ curve) should not be less than 3,1513 metre-radians up to $\theta = 30^\circ$ angle of heel.
- 2) The area under the righting lever curve (GZ curve) should not be less than 5,1566 metre-radians up to $\theta = 40^\circ$ or the angle of downflooding (θ_f) if this angle is less than 40° . Angle of downflooding (θ_f) is an angle of heel at which openings in the hull, superstructures or deckhouses which cannot be closed weathertight immerse. In applying this criterion, small openings through which progressive flooding cannot take place need not be considered as open.
- 3) Additionally, the area under the righting lever curve (GZ curve) between the angles of heel of 30° and 40° or between 30° and θ_f , if this angle is less than 40° , should not be less than 17,189 meterradians.
- 4) The righting lever GZ should be at least 0.20 m at an angle of heel equal to or greater than 30° .
- 5) The maximum righting arm should occur at an angle of heel preferably exceeding 30° but not less than 25° . The initial metacentric height GMo should not be less than 0.20 m.
- 6) The angle of heel on account of crowding of passengers to one side should not exceed 10° .
- 7) The angle of heel on account of turning should not exceed 10° when calculated using the following formula :

$$M_R = 0.02 \frac{V_0^2}{L} \Delta \cdot \left(KG - \frac{T}{2} \right) \quad (\text{III.1})$$

where:

- M_R : Heeling moment [kNm]
- V_0 : Service speed [m/s]
- L : Length of ship at waterline [m]
- Δ : Displacement [ton]
- T : Mean draught [m]
- KG : Height of centre of gravity above baseline [m].

PARAMETER PERHITUNGAN
MODELLING FOR STABILITY

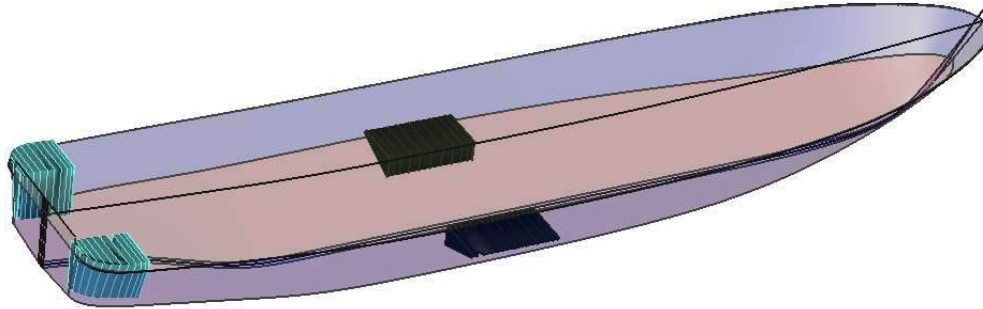


Figure IV.1 : Hull modelling (Top Isometric View)

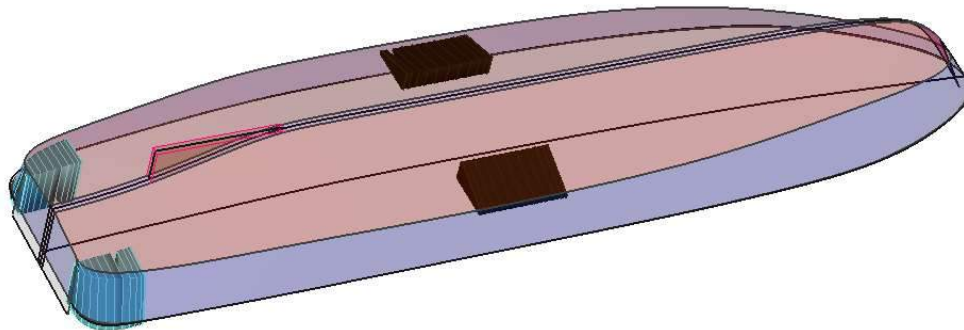


Figure IV.2 : Hull modelling (Bottom Isometric View)

Lightweight dan Pusat Titik Berat Kapal

| | | | |
|---|---|-------|-------|
| Lightweight [LWT] | = | 3.492 | ton |
| Center gravity from zero point (AP) [LCG] | = | 4.194 | meter |
| Center gravity from centerline [TCG] | = | 0.000 | meter |
| Center gravity from base line [VCG] | = | 0.823 | meter |

Kondisi yang digunakan dalam penentuan Loading Stability:

- 1) Kapal tanpa muatan, hanya konstruksi (LWT)
- 2) Kapal dengan muatan 50%
- 3) Kapal dengan muatan penuh 100%

DRAFT & TRIM PER LOADING KONDISI

| No | Item | Unit | Kondisi | | |
|----|---------------------|------|---------|------------|-------------|
| | | | LWT | Muatan 50% | Muatan 100% |
| 1 | Draft Amidship | m | 0,402 | 0,492 | 0,536 |
| 2 | Displacement | ton | 3,492 | 4,968 | 5,73 |
| 3 | Heel to starboard | deg | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Draft at FP | m | 0,308 | 0,49 | 0,621 |
| 5 | Draft at AP | m | 0,496 | 0,494 | 0,451 |
| 6 | Trim (+ve by stern) | m | 0,188 | 0,004 | -0,17 |

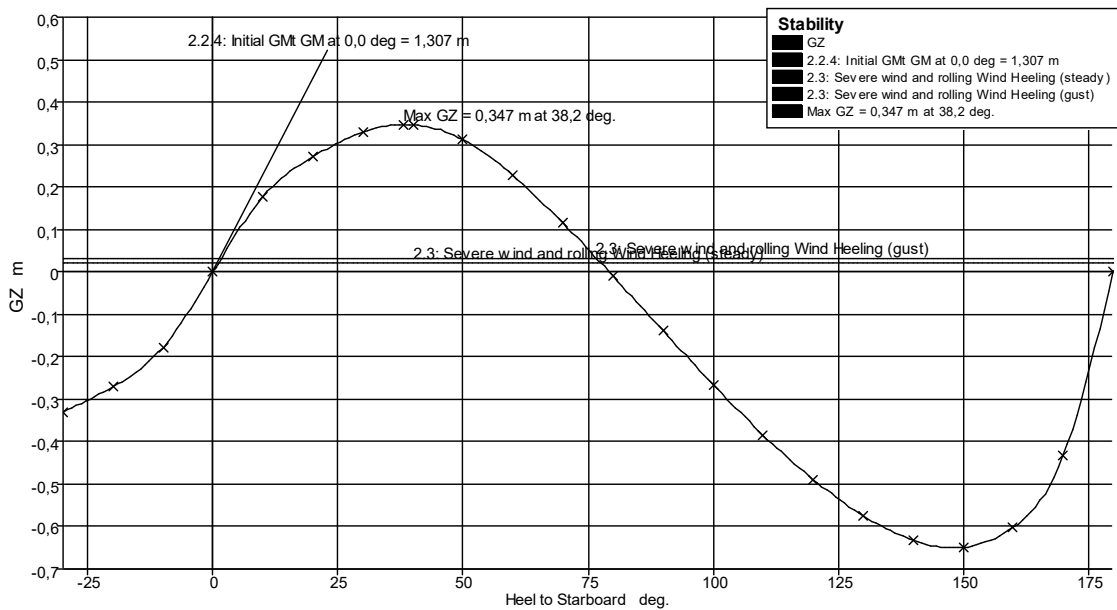
INTACT STABILITY

| No | Criteria | | Value | Units | Condition | | |
|----|---|---|--------|-------|-----------|---------|--------|
| | | | | | LWT | 50% | 100% |
| 1 | IMO - MSC.267(85) Code Intact Stability | | | | | | |
| | 2.2.1 | Area 0 to 30 | 3,1513 | m.deg | 6,2641 | 6,7068 | 6,2024 |
| | 2.2.1 | Area 0 to 40 | 5,1566 | m.deg | 9,6895 | 10,3896 | 9,5006 |
| | 2.2.1 | Area 30 to 40 | 1,7189 | m.deg | 3,4254 | 3,6828 | 3,2982 |
| | 2.2.2 | Max GZ at 30 or greater | 0,2 | m | 0,347 | 0,371 | 0,333 |
| | 2.2.3 | Angle of maximum GZ | 25 | deg | 38,2 | 35,5 | 33,6 |
| | 2.2.4 | Initial GMt | 0,15 | m | 1,307 | 1,149 | 0,992 |
| | 2.3 | Severe wind and rolling | | | | | |
| | | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16 | deg | 1,1 | 0,7 | 0,7 |
| | | Angle of steady heel / Deck edge immersion angle | 80 | % | 3,88 | 3,19 | 3,53 |

STABILITAS

1. KONDISI LWT

| CODE | CRITERIA | VALUE | UNITS | ACTUAL | STATUS |
|-------------------|---|--------|-------|--------|--------|
| 267(85) Chapter 2 | 2.3: IMO roll back angle | 16,9 | deg | | |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 0 to 30 | 3,1513 | m.deg | 6,2641 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 0 to 40 | 5,1566 | m.deg | 9,6895 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 30 to 40 | 1,7189 | m.deg | 3,4254 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.2: Max GZ at 30 or greater | 0,2 | m | 0,347 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.3: Angle of maximum GZ | 25 | deg | 38,2 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.4: Initial GMt | 0,15 | m | 1,307 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.3: Severe wind and rolling | | | | Pass |
| | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16 | deg | 1,1 | Pass |
| | Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq) | 80 | % | 3,88 | Pass |



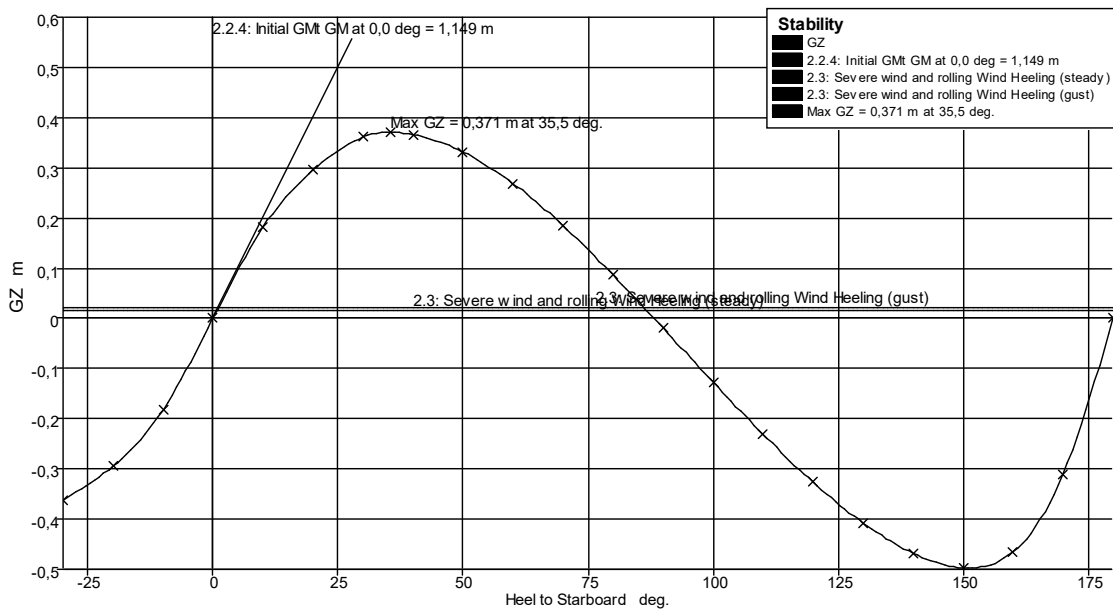
Equilibrium

| No | Item | Nilai |
|----|--------------------------------------|--------|
| 1 | Draft Amidships m | 0,402 |
| 2 | Displacement t | 3,492 |
| 3 | Heel deg | 0 |
| 4 | Draft at FP m | 0,308 |
| 5 | Draft at AP m | 0,496 |
| 6 | Draft at LCF m | 0,414 |
| 7 | Trim (+ve by stern) m | 0,188 |
| 8 | WL Length m | 9,45 |
| 9 | Beam max extents on WL m | 2,399 |
| 10 | Wetted Area m ² | 19,035 |
| 11 | Waterpl. Area m ² | 16,908 |
| 12 | Prismatic coeff. (Cp) | 0,598 |
| 13 | Block coeff. (Cb) | 0,31 |
| 14 | Max Sect. area coeff. (Cm) | 0,566 |
| 15 | Waterpl. area coeff. (Cwp) | 0,746 |
| 16 | LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 4,184 |
| 17 | LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 4,189 |
| 18 | KB m | 0,276 |
| 19 | KG fluid m | 0,823 |
| 20 | BMt m | 1,854 |
| 21 | BML m | 24,879 |
| 22 | GMt corrected m | 1,307 |
| 23 | GML m | 24,331 |
| 24 | KMt m | 2,13 |
| 25 | KML m | 25,15 |
| 26 | Immersion (TPc) tonne/cm | 0,173 |
| 27 | MTc tonne.m | 0,089 |
| 28 | RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 0,08 |
| 29 | Max deck inclination deg | 1,1307 |
| 30 | Trim angle (+ve by stern) deg | 1,1307 |

| Heel to Starboard | -30 | -20 | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|--|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|
| GZ m | -0,283 | -0,233 | -0,154 | 0 | 0,154 | 0,233 | 0,283 | 0,307 | 0,266 | 0,173 | 0,052 | -0,08 | -0,214 |
| Area under GZ curve from zero heel m.deg | 5,3841 | 2,7984 | 0,8133 | 0 | 0,8135 | 2,7975 | 5,3879 | 8,3753 | 11,2931 | 13,5169 | 14,6553 | 14,5231 | 13,055 |
| Displacement t | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 | 2,941 |
| Draft at FP m | 0,254 | 0,313 | 0,348 | 0,362 | 0,347 | 0,313 | 0,253 | 0,16 | 0,041 | -0,167 | -0,595 | -1,871 | n/a |
| Draft at AP m | 0,13 | 0,265 | 0,353 | 0,39 | 0,353 | 0,265 | 0,13 | -0,056 | -0,331 | -0,769 | -1,6 | -3,998 | n/a |
| WL Length m | 9,704 | 9,607 | 8,956 | 8,974 | 8,956 | 9,607 | 9,704 | 9,545 | 9,393 | 9,711 | 9,967 | 10,222 | 10,398 |
| Beam max extents on WL m | 1,751 | 1,79 | 1,956 | 2,273 | 1,956 | 1,79 | 1,751 | 1,582 | 1,335 | 1,051 | 0,903 | 0,818 | 0,77 |
| Wetted Area m^2 | 15,7 | 15,903 | 16,38 | 17,354 | 16,379 | 15,902 | 15,7 | 15,869 | 15,799 | 15,493 | 15,422 | 15,474 | 15,524 |
| Waterpl. Area m^2 | 13,343 | 13,363 | 14,023 | 15,338 | 14,023 | 13,363 | 13,343 | 12,234 | 10,389 | 8,706 | 7,71 | 7,153 | 6,836 |
| Prismatic coeff. (Cp) | 0,653 | 0,669 | 0,716 | 0,707 | 0,716 | 0,669 | 0,653 | 0,664 | 0,691 | 0,686 | 0,685 | 0,685 | 0,691 |
| Block coeff. (Cb) | 0,412 | 0,555 | 0,46 | 0,362 | 0,46 | 0,555 | 0,412 | 0,385 | 0,412 | 0,476 | 0,531 | 0,546 | 0,515 |
| LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 4,761 | 4,755 | 4,752 | 4,75 | 4,752 | 4,755 | 4,76 | 4,765 | 4,773 | 4,78 | 4,785 | 4,787 | 4,787 |
| LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 4,752 | 4,721 | 4,719 | 4,689 | 4,719 | 4,721 | 4,752 | 4,803 | 4,847 | 4,777 | 4,769 | 4,754 | 4,771 |
| Max deck inclination deg | 30,0061 | 20,0017 | 10,0001 | 0,169 | 10,0001 | 20,0017 | 30,006 | 40,01 | 50,0146 | 60,0159 | 70,0131 | 80,0073 | 90 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0,7313 | -0,2862 | 0,0335 | 0,169 | 0,034 | -0,2867 | -0,7277 | -1,2773 | -2,197 | -3,5549 | -5,9228 | -12,3786 | -90 |

2. KONDISI 50% MUATAN

| CODE | CRITERIA | VALUE | UNITS | ACTUAL | STATUS |
|-------------------|---|--------|-------|---------|--------|
| 267(85) Chapter 2 | 2.3: IMO roll back angle | 14,2 | deg | | |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 0 to 30 | 3,1513 | m.deg | 6,7068 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 0 to 40 | 5,1566 | m.deg | 10,3896 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 30 to 40 | 1,7189 | m.deg | 3,6828 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.2: Max GZ at 30 or greater | 0,2 | m | 0,371 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.3: Angle of maximum GZ | 25 | deg | 35,5 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.4: Initial GMt | 0,15 | m | 1,149 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.3: Severe wind and rolling | | | | Pass |
| | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16 | deg | 0,7 | Pass |
| | Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq) | 80 | % | 3,19 | Pass |



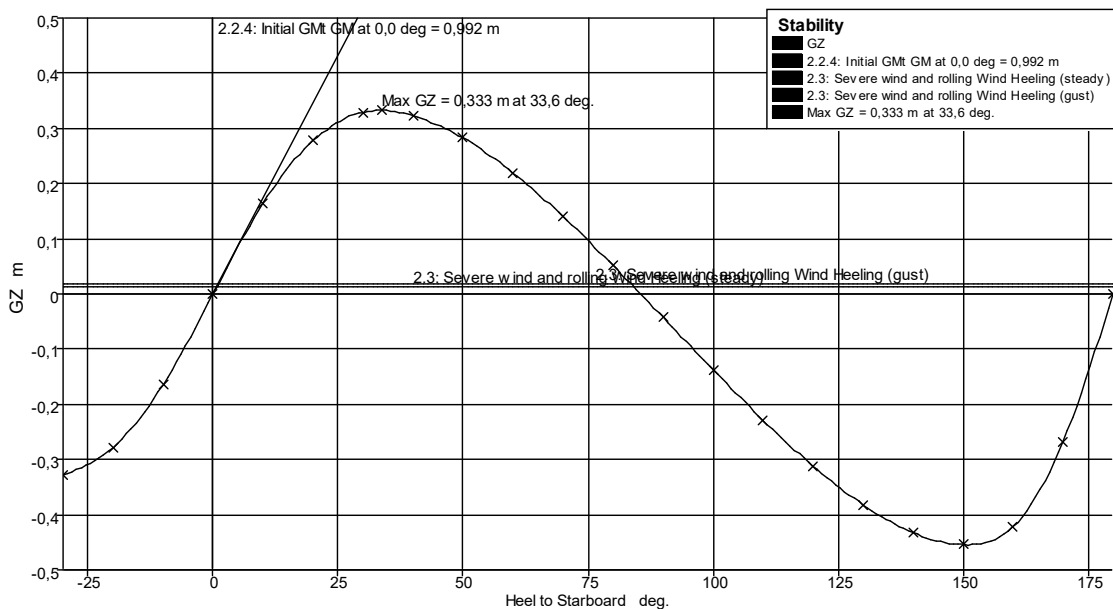
Equilibrium

| No | Item | Nilai |
|----|--------------------------------------|--------|
| 1 | Draft Amidships m | 0,492 |
| 2 | Displacement t | 4,968 |
| 3 | Heel deg | 0 |
| 4 | Draft at FP m | 0,49 |
| 5 | Draft at AP m | 0,494 |
| 6 | Draft at LCF m | 0,492 |
| 7 | Trim (+ve by stern) m | 0,004 |
| 8 | WL Length m | 9,633 |
| 9 | Beam max extents on WL m | 2,423 |
| 10 | Wetted Area m ² | 21,572 |
| 11 | Waterpl. Area m ² | 18,472 |
| 12 | Prismatic coeff. (Cp) | 0,699 |
| 13 | Block coeff. (Cb) | 0,421 |
| 14 | Max Sect. area coeff. (Cm) | 0,603 |
| 15 | Waterpl. area coeff. (Cwp) | 0,791 |
| 16 | LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 4,603 |
| 17 | LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 4,43 |
| 18 | KB m | 0,325 |
| 19 | KG fluid m | 0,687 |
| 20 | BMt m | 1,511 |
| 21 | BML m | 21,261 |
| 22 | GMt corrected m | 1,149 |
| 23 | GML m | 20,899 |
| 24 | KMt m | 1,836 |
| 25 | KML m | 21,585 |
| 26 | Immersion (TPc) tonne/cm | 0,189 |
| 27 | MTc tonne.m | 0,109 |
| 28 | RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 0,1 |
| 29 | Max deck inclination deg | 0,0246 |
| 30 | Trim angle (+ve by stern) deg | 0,0246 |

| Heel to Starboard | -30 | -20 | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| GZ m | -0,336 | -0,278 | -0,173 | 0 | 0,173 | 0,277 | 0,336 | 0,334 | 0,293 | 0,226 | 0,138 | 0,037 | -0,07 |
| Area under GZ curve from zero heel m.deg | 6,2996 | 3,212 | 0,9034 | -0,0003 | 0,9017 | 3,2015 | 6,3097 | 9,7032 | 12,8645 | 15,4793 | 17,3097 | 18,1919 | 18,0293 |
| Displacement t | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 4,94 |
| Draft at FP m | 0,42 | 0,467 | 0,49 | 0,491 | 0,489 | 0,466 | 0,42 | 0,367 | 0,301 | 0,209 | 0,035 | -0,51 | n/a |
| Draft at AP m | 0,283 | 0,393 | 0,466 | 0,49 | 0,466 | 0,393 | 0,283 | 0,143 | -0,041 | -0,328 | -0,876 | -2,462 | n/a |
| WL Length m | 10,043 | 10,091 | 10,02 | 9,609 | 10,021 | 10,091 | 10,043 | 9,985 | 9,929 | 10,221 | 10,436 | 10,56 | 10,628 |
| Beam max extents on WL m | 1,737 | 2,028 | 2,22 | 2,422 | 2,22 | 2,028 | 1,737 | 1,485 | 1,395 | 1,17 | 1,088 | 0,956 | 0,889 |
| Wetted Area m^2 | 20,556 | 20,081 | 20,811 | 21,504 | 20,812 | 20,082 | 20,555 | 21,177 | 21,348 | 21,444 | 21,439 | 21,399 | 21,431 |
| Waterpl. Area m^2 | 14,688 | 16,292 | 17,347 | 18,42 | 17,348 | 16,292 | 14,689 | 12,867 | 11,501 | 10,362 | 9,338 | 8,547 | 8,117 |
| Prismatic coeff. (Cp) | 0,696 | 0,685 | 0,684 | 0,702 | 0,684 | 0,685 | 0,696 | 0,717 | 0,738 | 0,732 | 0,731 | 0,736 | 0,745 |
| Block coeff. (Cb) | 0,504 | 0,538 | 0,448 | 0,422 | 0,448 | 0,539 | 0,504 | 0,503 | 0,477 | 0,509 | 0,512 | 0,546 | 0,536 |
| LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 4,623 | 4,62 | 4,618 | 4,616 | 4,617 | 4,62 | 4,623 | 4,627 | 4,631 | 4,636 | 4,64 | 4,642 | 4,643 |
| LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 4,559 | 4,505 | 4,438 | 4,443 | 4,437 | 4,505 | 4,559 | 4,595 | 4,676 | 4,841 | 4,891 | 4,86 | 4,844 |
| Max deck inclination deg | 30,0076 | 20,0041 | 10,001 | 0,0071 | 10,001 | 20,0041 | 30,0076 | 40,0111 | 50,0128 | 60,0131 | 70,0111 | 80,0064 | 90 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0,82 | -0,4406 | -0,1443 | -0,0071 | -0,1412 | -0,4389 | -0,8193 | -1,3458 | -2,0546 | -3,2226 | -5,4519 | -11,5651 | -90 |

3. KONDISI 100% MUATAN

| CODE | CRITERIA | VALUE | UNITS | ACTUAL | STATUS |
|-------------------|---|--------|-------|--------|--------|
| 267(85) Chapter 2 | 2.3: IMO roll back angle | 13,8 | deg | | |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 0 to 30 | 3,1513 | m.deg | 6,2024 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 0 to 40 | 5,1566 | m.deg | 9,5006 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.1: Area 30 to 40 | 1,7189 | m.deg | 3,2982 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.2: Max GZ at 30 or greater | 0,2 | m | 0,333 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.3: Angle of maximum GZ | 25 | deg | 33,6 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.2.4: Initial GMt | 0,15 | m | 0,992 | Pass |
| 267(85) Chapter 2 | 2.3: Severe wind and rolling | | | | Pass |
| | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16 | deg | 0,7 | Pass |
| | Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq) | 80 | % | 3,53 | Pass |



Equilibrium

| No | Item | Nilai |
|----|---------------------------------------|---------|
| 1 | Draft Amidships m | 0,536 |
| 2 | Displacement t | 5,73 |
| 3 | Heel deg | 0 |
| 4 | Draft at FP m | 0,621 |
| 5 | Draft at AP m | 0,451 |
| 6 | Draft at LCF m | 0,534 |
| 7 | Trim (+ve by stern) m | -0,17 |
| 8 | WL Length m | 9,526 |
| 9 | Beam max extents on WL m | 2,432 |
| 10 | Wetted Area m ² | 22,329 |
| 11 | Waterpl. Area m ² | 18,644 |
| 12 | Prismatic coeff. (Cp) | 0,709 |
| 13 | Block coeff. (Cb) | 0,416 |
| 14 | Max Sect. area coeff. (Cm) | 0,635 |
| 15 | Waterpl. area coeff. (Cwp) | 0,805 |
| 16 | LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 4,934 |
| 17 | LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 4,637 |
| 18 | KB m | 0,353 |
| 19 | KG fluid m | 0,699 |
| 20 | BMt m | 1,338 |
| 21 | BML m | 18,74 |
| 22 | GMt corrected m | 0,992 |
| 23 | GML m | 18,393 |
| 24 | KMt m | 1,691 |
| 25 | KML m | 19,09 |
| 26 | Immersion (TPc) tonne/cm | 0,191 |
| 27 | MTc tonne.m | 0,11 |
| 28 | RM at 1 deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 0,099 |
| 29 | Max deck inclination deg | 1,0209 |
| 30 | Trim angle (+ve by stern) deg | -1,0209 |

| Heel to Starboard | -30 | -20 | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|
| GZ m | -0,305 | -0,259 | -0,155 | 0 | 0,154 | 0,258 | 0,305 | 0,294 | 0,249 | 0,182 | 0,1 | 0,009 | -0,086 |
| Area under GZ curve from zero heel m.deg | 5,7844 | 2,9311 | 0,8041 | -0,0009 | 0,7956 | 2,9081 | 5,7729 | 8,8023 | 11,5379 | 13,7108 | 15,1288 | 15,6759 | 15,2898 |
| Displacement t | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 | 5,506 |
| Draft at FP m | 0,616 | 0,639 | 0,655 | 0,653 | 0,655 | 0,639 | 0,616 | 0,605 | 0,605 | 0,62 | 0,662 | 0,792 | n/a |
| Draft at AP m | 0,18 | 0,297 | 0,372 | 0,396 | 0,372 | 0,297 | 0,18 | 0,024 | -0,193 | -0,538 | -1,203 | -3,138 | n/a |
| WL Length m | 10,179 | 10,062 | 9,404 | 9,339 | 9,403 | 10,062 | 10,18 | 10,224 | 10,36 | 10,551 | 10,642 | 10,692 | 10,681 |
| Beam max extents on WL m | 1,771 | 2,115 | 2,293 | 2,425 | 2,293 | 2,115 | 1,771 | 1,614 | 1,308 | 1,102 | 1,052 | 1,038 | 1,022 |
| Wetted Area m^2 | 21,718 | 20,83 | 21,294 | 21,747 | 21,293 | 20,83 | 21,717 | 22,31 | 22,502 | 22,769 | 22,878 | 22,964 | 22,915 |
| Waterpl. Area m^2 | 14,394 | 16,666 | 17,507 | 18,187 | 17,506 | 16,666 | 14,396 | 12,626 | 11,228 | 10,205 | 9,418 | 8,902 | 8,544 |
| Prismatic coeff. (Cp) | 0,662 | 0,657 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,657 | 0,662 | 0,675 | 0,68 | 0,68 | 0,687 | 0,696 | 0,707 |
| Block coeff. (Cb) | 0,494 | 0,46 | 0,421 | 0,398 | 0,421 | 0,46 | 0,494 | 0,46 | 0,498 | 0,536 | 0,532 | 0,49 | 0,456 |
| LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 5,125 | 5,12 | 5,117 | 5,116 | 5,117 | 5,12 | 5,124 | 5,131 | 5,137 | 5,144 | 5,15 | 5,153 | 5,155 |
| LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 4,784 | 4,854 | 4,827 | 4,774 | 4,827 | 4,854 | 4,783 | 4,741 | 4,793 | 4,884 | 4,984 | 5,053 | 5,094 |
| Max deck inclination deg | 30,0777 | 20,0892 | 10,1373 | 1,5446 | 10,1375 | 20,0894 | 30,0774 | 40,074 | 50,0692 | 60,0607 | 70,0464 | 80,0257 | 90 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -2,6185 | -2,055 | -1,697 | -1,5446 | -1,6985 | -2,0566 | -2,6143 | -3,4828 | -4,7786 | -6,9211 | -11,0611 | -22,3863 | -90 |

KURVA HIDROSTATIK

General Definition

| ITEM | UNIT | REMARK |
|--------------|--------------------|---|
| Draft | Meter | Draft measured from bottom of keel |
| Displacement | Ton | Displacement |
| WSA | Meter ² | Area of watted surface |
| WPA | Meter ² | Area of water plan |
| Cp | | Prismatic coefficient |
| Cb | | Block coefficient |
| Cm | | Midship Coefficient |
| Cw | | Water plan coefficient |
| LCB | meter | Longitudinal center of gravity from amidship (+ve fwd) |
| LCF | meter | Longitudinal center of floatation from amidship (+ve fwd) |
| KB | meter | Vertical center of buoyancy metacenter |
| BMt | meter | Transverse buoyancy metacenter |
| BML | meter | Longitudinal buoyancy metacenter from midship |
| GMt | meter | Transverse gravity metacenter |
| GML | meter | Longitudinal gravity metacenter from midship (+ve fwd) |
| Kmt | meter | Transverse metacenter above base line |
| KML | meter | Longitudinal metacenter above base line from midship |
| TPc | Ton/cm | Ton per centimeter |
| MTc | Ton.m | Moment to change trim one centimeter |

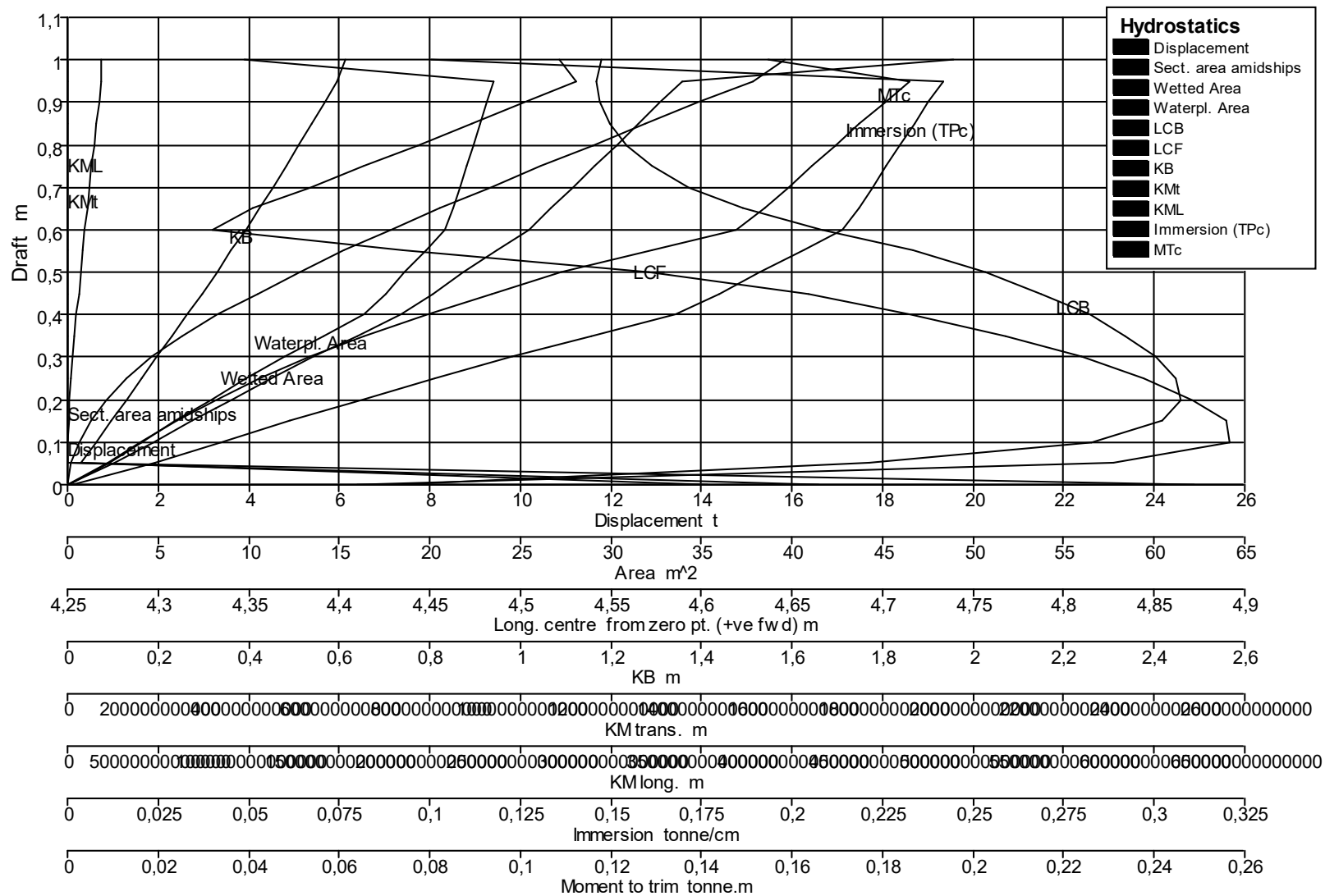
- Computations include Main Hull up to Main Deck
- KB, KML, KMT, TBM & LBM are value given relative to Moulded Baseline
- LCB & LCF values are given relative to AP (frame 0)
- Specific Gravity of Salt Water = 1.025 ton/m³

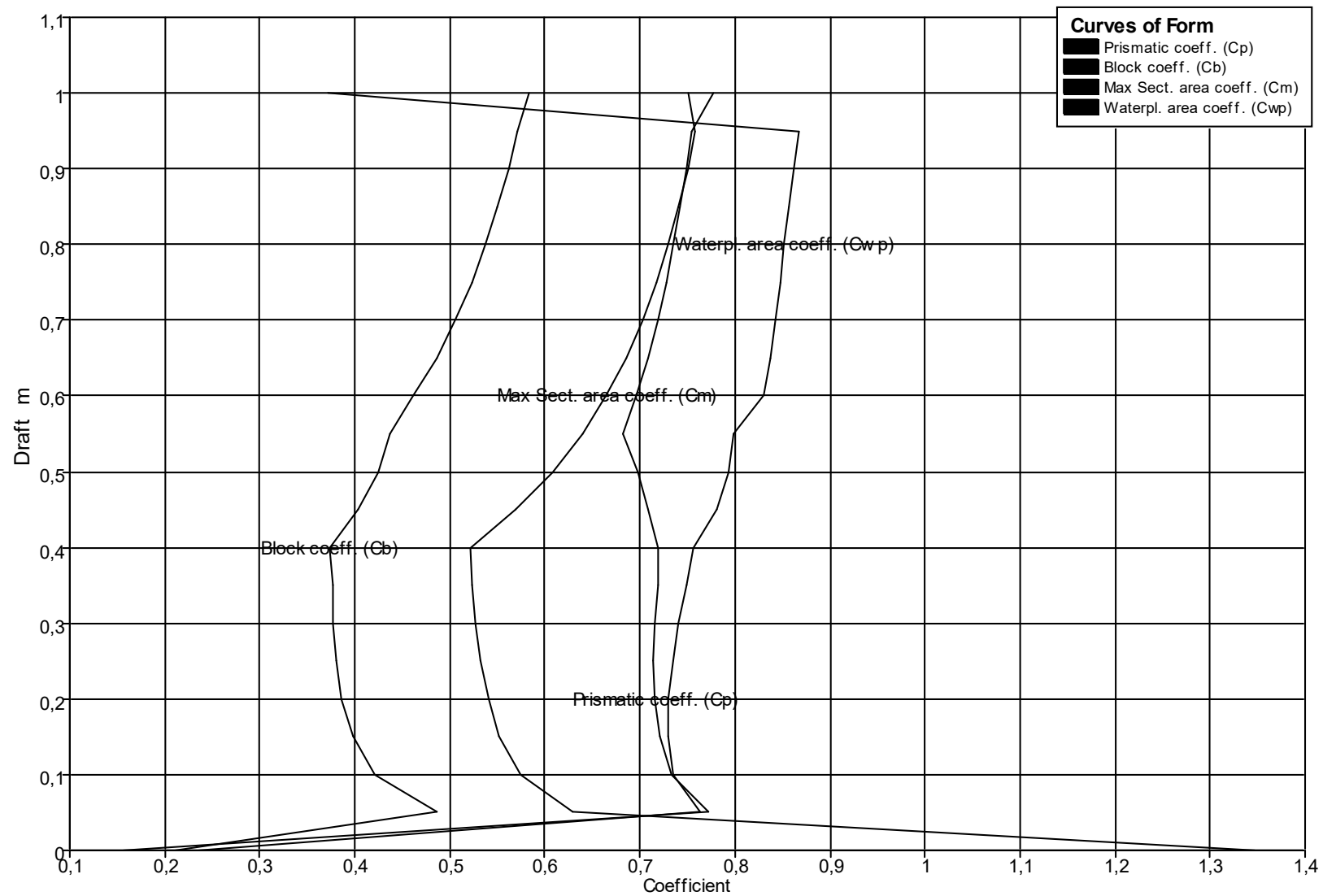
| Draft Amidship | Displacement | Draft at Fp | Draft at Ap | Draft at LCF | WL Length | Beam Max on WL |
|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-----------|----------------|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 5,221 | 0,100 |
| 0,050 | 0,077 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 8,009 | 0,386 |
| 0,100 | 0,243 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 8,375 | 0,672 |
| 0,150 | 0,502 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 8,573 | 0,958 |
| 0,200 | 0,858 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,706 | 1,244 |
| 0,250 | 1,315 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 8,807 | 1,530 |
| 0,300 | 1,875 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 8,888 | 1,816 |
| 0,350 | 2,543 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 8,957 | 2,102 |
| 0,400 | 3,322 | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 9,066 | 2,388 |
| 0,450 | 4,194 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 9,345 | 2,407 |
| 0,500 | 5,122 | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 9,684 | 2,426 |
| 0,550 | 6,107 | 0,550 | 0,550 | 0,550 | 10,153 | 2,445 |
| 0,600 | 7,152 | 0,600 | 0,600 | 0,600 | 10,209 | 2,463 |
| 0,650 | 8,234 | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 10,249 | 2,482 |
| 0,700 | 9,335 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 10,289 | 2,501 |
| 0,750 | 10,460 | 0,750 | 0,750 | 0,750 | 10,329 | 2,519 |
| 0,800 | 11,600 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 10,368 | 2,538 |
| 0,850 | 12,750 | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 10,406 | 2,557 |
| 0,900 | 13,930 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 10,443 | 2,576 |
| 0,950 | 15,130 | 0,950 | 0,950 | 0,950 | 10,481 | 2,594 |
| 1,000 | 15,830 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 10,519 | 2,514 |

| Draft Amidship | MSA | WSA | WPA | LCB | LCF | KB | KG |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 0,000 | 0,000 | 0,011 | 0,124 | 4,432 | 4,410 | 1,412 | 0,793 |
| 0,050 | 0,012 | 2,637 | 2,361 | 4,693 | 4,828 | 0,030 | 0,793 |
| 0,100 | 0,038 | 4,707 | 4,134 | 4,816 | 4,891 | 0,062 | 0,793 |
| 0,150 | 0,079 | 6,837 | 5,988 | 4,854 | 4,890 | 0,095 | 0,793 |
| 0,200 | 0,133 | 9,027 | 7,906 | 4,865 | 4,871 | 0,129 | 0,793 |
| 0,250 | 0,202 | 11,285 | 9,898 | 4,862 | 4,845 | 0,163 | 0,793 |
| 0,300 | 0,285 | 13,614 | 11,964 | 4,850 | 4,810 | 0,196 | 0,793 |
| 0,350 | 0,381 | 16,013 | 14,113 | 4,834 | 4,768 | 0,230 | 0,793 |
| 0,400 | 0,493 | 18,444 | 16,377 | 4,814 | 4,715 | 0,264 | 0,793 |
| 0,450 | 0,611 | 20,153 | 17,566 | 4,788 | 4,659 | 0,298 | 0,793 |
| 0,500 | 0,731 | 21,839 | 18,634 | 4,757 | 4,571 | 0,330 | 0,793 |
| 0,550 | 0,852 | 23,699 | 19,829 | 4,717 | 4,435 | 0,362 | 0,793 |
| 0,600 | 0,973 | 25,476 | 20,864 | 4,666 | 4,330 | 0,393 | 0,793 |
| 0,650 | 1,096 | 26,723 | 21,302 | 4,623 | 4,352 | 0,423 | 0,793 |
| 0,700 | 1,220 | 27,910 | 21,677 | 4,593 | 4,384 | 0,453 | 0,793 |
| 0,750 | 1,345 | 29,100 | 22,050 | 4,572 | 4,414 | 0,482 | 0,793 |
| 0,800 | 1,470 | 30,290 | 22,424 | 4,558 | 4,443 | 0,511 | 0,793 |
| 0,850 | 1,597 | 31,481 | 22,804 | 4,549 | 4,473 | 0,539 | 0,793 |
| 0,900 | 1,725 | 32,691 | 23,186 | 4,544 | 4,503 | 0,568 | 0,793 |
| 0,950 | 1,854 | 33,895 | 23,565 | 4,542 | 4,531 | 0,596 | 0,793 |
| 1,000 | 1,860 | 48,874 | 9,809 | 4,545 | 4,522 | 0,613 | 0,793 |

| Draft Amidship | Cp | Cb | Cm | Cwp | TPC | MTC |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0,000 | 0,156 | 0,211 | 1,348 | 0,237 | 0,001 | 0,000 |
| 0,050 | 0,772 | 0,486 | 0,630 | 0,764 | 0,024 | 0,009 |
| 0,100 | 0,733 | 0,421 | 0,574 | 0,734 | 0,042 | 0,016 |
| 0,150 | 0,720 | 0,398 | 0,552 | 0,729 | 0,061 | 0,024 |
| 0,200 | 0,715 | 0,386 | 0,540 | 0,730 | 0,081 | 0,033 |
| 0,250 | 0,715 | 0,381 | 0,533 | 0,734 | 0,101 | 0,043 |
| 0,300 | 0,716 | 0,378 | 0,528 | 0,741 | 0,123 | 0,053 |
| 0,350 | 0,719 | 0,376 | 0,524 | 0,749 | 0,145 | 0,066 |
| 0,400 | 0,718 | 0,374 | 0,521 | 0,756 | 0,168 | 0,080 |
| 0,450 | 0,709 | 0,404 | 0,570 | 0,781 | 0,180 | 0,094 |
| 0,500 | 0,699 | 0,425 | 0,609 | 0,793 | 0,191 | 0,109 |
| 0,550 | 0,682 | 0,436 | 0,640 | 0,799 | 0,203 | 0,129 |
| 0,600 | 0,695 | 0,462 | 0,665 | 0,830 | 0,214 | 0,148 |
| 0,650 | 0,708 | 0,486 | 0,686 | 0,837 | 0,218 | 0,154 |
| 0,700 | 0,719 | 0,506 | 0,703 | 0,843 | 0,222 | 0,159 |
| 0,750 | 0,728 | 0,523 | 0,718 | 0,847 | 0,226 | 0,164 |
| 0,800 | 0,736 | 0,537 | 0,730 | 0,852 | 0,230 | 0,170 |
| 0,850 | 0,743 | 0,550 | 0,741 | 0,857 | 0,234 | 0,175 |
| 0,900 | 0,749 | 0,562 | 0,750 | 0,862 | 0,238 | 0,181 |
| 0,950 | 0,754 | 0,571 | 0,758 | 0,867 | 0,242 | 0,186 |
| 1,000 | 0,778 | 0,584 | 0,751 | 0,371 | 0,101 | 0,155 |

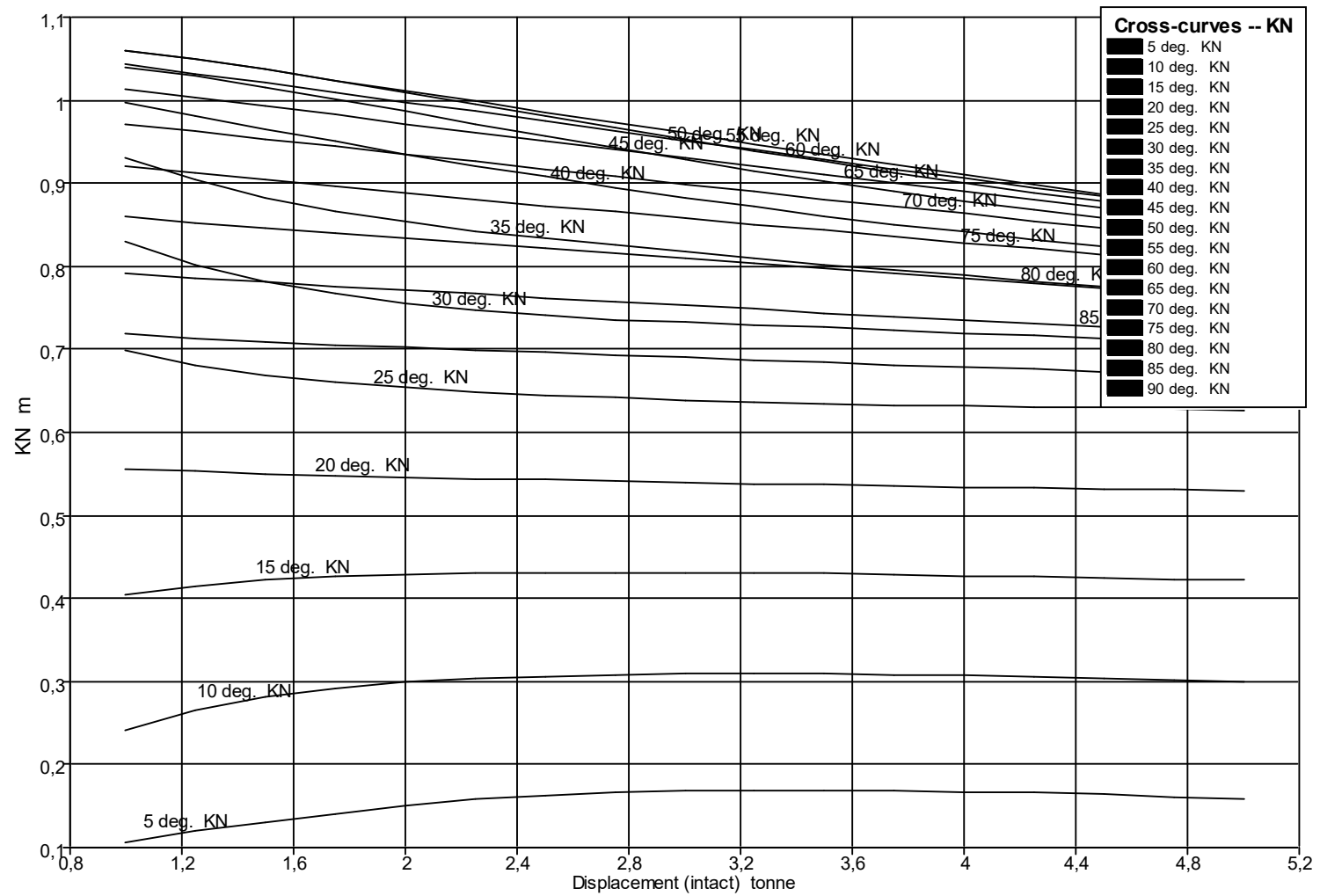
| Draft Amidship | BMt | BML | GMt | GML | KMt | KML |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0,050 | 0,315 | 115,109 | -0,448 | 114,346 | 0,345 | 115,139 |
| 0,100 | 0,529 | 64,979 | -0,202 | 64,248 | 0,591 | 65,041 |
| 0,150 | 0,750 | 47,097 | 0,052 | 46,400 | 0,845 | 47,193 |
| 0,200 | 0,972 | 37,705 | 0,308 | 37,040 | 1,101 | 37,833 |
| 0,250 | 1,196 | 32,026 | 0,565 | 31,396 | 1,358 | 32,189 |
| 0,300 | 1,420 | 28,212 | 0,824 | 27,615 | 1,617 | 28,408 |
| 0,350 | 1,647 | 25,531 | 1,084 | 24,968 | 1,877 | 25,761 |
| 0,400 | 1,878 | 23,733 | 1,350 | 23,204 | 2,143 | 23,997 |
| 0,450 | 1,671 | 22,112 | 1,176 | 21,616 | 1,969 | 22,409 |
| 0,500 | 1,483 | 21,097 | 1,020 | 20,634 | 1,813 | 21,427 |
| 0,550 | 1,343 | 20,926 | 0,911 | 20,495 | 1,704 | 21,288 |
| 0,600 | 1,233 | 20,410 | 0,833 | 20,010 | 1,626 | 20,803 |
| 0,650 | 1,115 | 18,478 | 0,745 | 18,108 | 1,538 | 18,901 |
| 0,700 | 1,020 | 16,853 | 0,680 | 16,513 | 1,473 | 17,306 |
| 0,750 | 0,945 | 15,535 | 0,634 | 15,224 | 1,427 | 16,017 |
| 0,800 | 0,884 | 14,449 | 0,602 | 14,167 | 1,395 | 14,960 |
| 0,850 | 0,834 | 13,549 | 0,581 | 13,296 | 1,374 | 14,089 |
| 0,900 | 0,792 | 12,786 | 0,567 | 12,561 | 1,360 | 13,354 |
| 0,950 | 0,757 | 12,119 | 0,560 | 11,922 | 1,353 | 12,715 |
| 1,000 | 0,246 | 9,652 | 0,065 | 9,472 | 0,858 | 10,265 |





KN CURVE

| Displacement | Draft Amidship | KN Value | | | | | | | | |
|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 5 deg Starb. | 10 deg starb. | 15 deg Starb. | 20 deg Starb. | 25 deg Starb. | 30 deg Starb. | 35 deg Starb. | 40 deg Starb. | 45 deg Starb. |
| 1,000 | 0,217 | 0,107 | 0,240 | 0,404 | 0,556 | 0,700 | 0,829 | 0,930 | 0,997 | 1,039 |
| 1,250 | 0,244 | 0,119 | 0,265 | 0,415 | 0,553 | 0,681 | 0,801 | 0,904 | 0,981 | 1,029 |
| 1,500 | 0,268 | 0,131 | 0,281 | 0,422 | 0,550 | 0,669 | 0,782 | 0,883 | 0,966 | 1,016 |
| 1,750 | 0,290 | 0,141 | 0,292 | 0,427 | 0,548 | 0,660 | 0,767 | 0,866 | 0,950 | 1,002 |
| 2,000 | 0,310 | 0,150 | 0,299 | 0,429 | 0,546 | 0,654 | 0,755 | 0,853 | 0,935 | 0,987 |
| 2,250 | 0,329 | 0,158 | 0,304 | 0,431 | 0,544 | 0,649 | 0,747 | 0,843 | 0,921 | 0,972 |
| 2,500 | 0,347 | 0,163 | 0,307 | 0,431 | 0,543 | 0,645 | 0,741 | 0,833 | 0,908 | 0,957 |
| 2,750 | 0,364 | 0,166 | 0,308 | 0,432 | 0,541 | 0,642 | 0,736 | 0,825 | 0,895 | 0,942 |
| 3,000 | 0,380 | 0,168 | 0,309 | 0,431 | 0,540 | 0,639 | 0,732 | 0,817 | 0,883 | 0,928 |
| 3,250 | 0,396 | 0,169 | 0,309 | 0,431 | 0,538 | 0,637 | 0,729 | 0,809 | 0,872 | 0,915 |
| 3,500 | 0,410 | 0,169 | 0,309 | 0,430 | 0,537 | 0,635 | 0,726 | 0,802 | 0,861 | 0,902 |
| 3,750 | 0,425 | 0,168 | 0,308 | 0,429 | 0,536 | 0,633 | 0,723 | 0,796 | 0,851 | 0,890 |
| 4,000 | 0,439 | 0,167 | 0,307 | 0,428 | 0,534 | 0,632 | 0,720 | 0,789 | 0,841 | 0,879 |
| 4,250 | 0,453 | 0,166 | 0,306 | 0,426 | 0,533 | 0,631 | 0,716 | 0,782 | 0,832 | 0,868 |
| 4,500 | 0,467 | 0,164 | 0,304 | 0,425 | 0,532 | 0,630 | 0,712 | 0,776 | 0,823 | 0,857 |
| 4,750 | 0,480 | 0,161 | 0,302 | 0,423 | 0,531 | 0,628 | 0,708 | 0,769 | 0,815 | 0,847 |
| 5,000 | 0,494 | 0,159 | 0,301 | 0,422 | 0,530 | 0,627 | 0,704 | 0,763 | 0,807 | 0,837 |
| | | | | | | | | | | |
| Displacement | Draft Amidship | KN Value | | | | | | | | |
| | | 50 deg Starb. | 55 deg Starb. | 60 deg Starb. | 65 deg Starb. | 70 deg Starb. | 75 deg Starb. | 80 deg Starb. | 85 deg Starb. | 90 deg Starb. |
| 1,000 | 0,217 | 1,059 | 1,059 | 1,043 | 1,013 | 0,971 | 0,920 | 0,860 | 0,792 | 0,718 |
| 1,250 | 0,244 | 1,049 | 1,049 | 1,032 | 1,003 | 0,962 | 0,912 | 0,853 | 0,786 | 0,713 |
| 1,500 | 0,268 | 1,037 | 1,037 | 1,021 | 0,993 | 0,953 | 0,904 | 0,846 | 0,781 | 0,709 |
| 1,750 | 0,290 | 1,023 | 1,024 | 1,010 | 0,982 | 0,944 | 0,896 | 0,840 | 0,776 | 0,705 |
| 2,000 | 0,310 | 1,010 | 1,012 | 0,998 | 0,972 | 0,935 | 0,888 | 0,833 | 0,771 | 0,702 |
| 2,250 | 0,329 | 0,996 | 0,999 | 0,986 | 0,961 | 0,926 | 0,881 | 0,827 | 0,766 | 0,699 |
| 2,500 | 0,347 | 0,981 | 0,986 | 0,975 | 0,951 | 0,917 | 0,873 | 0,821 | 0,762 | 0,696 |
| 2,750 | 0,364 | 0,967 | 0,973 | 0,963 | 0,941 | 0,908 | 0,866 | 0,815 | 0,757 | 0,693 |
| 3,000 | 0,380 | 0,953 | 0,960 | 0,951 | 0,930 | 0,899 | 0,858 | 0,809 | 0,753 | 0,690 |
| 3,250 | 0,396 | 0,939 | 0,947 | 0,940 | 0,920 | 0,890 | 0,851 | 0,803 | 0,748 | 0,687 |
| 3,500 | 0,410 | 0,926 | 0,934 | 0,928 | 0,910 | 0,881 | 0,843 | 0,797 | 0,744 | 0,684 |
| 3,750 | 0,425 | 0,913 | 0,922 | 0,917 | 0,900 | 0,872 | 0,836 | 0,791 | 0,739 | 0,681 |
| 4,000 | 0,439 | 0,901 | 0,910 | 0,906 | 0,890 | 0,864 | 0,829 | 0,785 | 0,735 | 0,678 |
| 4,250 | 0,453 | 0,889 | 0,898 | 0,894 | 0,880 | 0,855 | 0,821 | 0,780 | 0,731 | 0,676 |
| 4,500 | 0,467 | 0,878 | 0,886 | 0,884 | 0,870 | 0,846 | 0,814 | 0,774 | 0,726 | 0,673 |
| 4,750 | 0,480 | 0,867 | 0,875 | 0,873 | 0,860 | 0,838 | 0,807 | 0,768 | 0,722 | 0,670 |
| 5,000 | 0,494 | 0,856 | 0,865 | 0,862 | 0,850 | 0,829 | 0,800 | 0,762 | 0,718 | 0,667 |



LOADING CONDITION

1. KONDISI LWT

| Item | Jumlah | Berat | LCG | TCG | KG | FSM |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | (Ton) | (m) | (m) | (m) | (ton.m) |
| Kontruksi | 1 | 2.952 | 4.7928 | 0.000 | 0.932 | 0.000 |
| Mesin | 1 | 0.120 | 2.500 | 0.000 | 0.400 | 0.000 |
| Kemudi | 1 | 0.100 | 0.000 | 0.000 | 0.200 | 0.000 |
| Poros | 1 | 0.120 | 0.000 | 0.000 | 0.300 | 0.000 |
| Sepatu Kemudi | 1 | 0.200 | 1.000 | 0.000 | 0.100 | 0.000 |
| TOTAL | 5 | 3.492 | 4.194 | 0,000 | 0.823 | 0,000 |

2. KONDISI 50% MUATAN

| Item | Jumlah | Berat | LCG | TCG | KG | FSM |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | (Ton) | (m) | (m) | (m) | (ton.m) |
| LWT | 1 | 3.492 | 4.194 | 0,000 | 0.823 | 0,000 |
| Ikan | 1 | 1.000 | 6.320 | 0,000 | 0.300 | 0,000 |
| FOT SB | 100% | 0.238 | 4.000 | 0.833 | 0.498 | 0,000 |
| FOT PS | 100% | 0.238 | 4.000 | -0.833 | 0.498 | 0,000 |
| TOTAL | 2 | 4.968 | 4.603 | 0.000 | 0.687 | 0.000 |

3. KONDISI 100% MUATAN

| Item | Jumlah | Berat | LCG | TCG | KG | FSM |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | (Ton) | (m) | (m) | (m) | (ton.m) |
| LWT | 1 | 3.492 | 4.194 | 0,000 | 0.823 | 0,000 |
| Ikan | 1 | 2.000 | 6.320 | 0,000 | 0.500 | 0,000 |
| FOT SB | 50% | 0.119 | 4.000 | 0.805 | 0.384 | 0,000 |
| FOT PS | 50% | 0.119 | 4.000 | -0.805 | 0.384 | 0,000 |
| TOTAL | 2 | 5.730 | 4.928 | 0.000 | 0.699 | 0.000 |

BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL

| No | Uraian Barang | Kuantitas | Harga | Jumlah |
|---|--|-----------|------------|--------------------|
| I. MATERIAL LAMBUNG DAN RUMAH GELADAK | | | | |
| | Material Kayu Merbau | | | 150.000.000 |
| | Kebutuhan Pekerja | | | 25.000.000 |
| 1 | Mandor / Supervisor 1 orang | 30 | Orang.hari | 200.000 |
| 2 | Tukang / Worker 4 orang | 80 | Orang.hari | 150.000 |
| 3 | Pembantu tukang / Helper 2 orang | 40 | Orang.hari | 100.000 |
| 4 | Pekerja Finishing 2 orang | 20 | Orang.hari | 150.000 |
| | Kelengkapan Pembangunan Lambung | | | 49.500.000 |
| | Material Pendukung | | | 20.000.000 |
| | Material pendukung ini meliputi paku, baut, gelam, cat, dempul, poxy, cruing dan cor untuk lunas | | | |
| II. TANGKI DAN PERLENGKAPANNYA | | | | |
| 1 | Tangki Bahan Bakar @250 liter | 2 | Buah | 3.000.000 |
| 2 | Pipa Bahan Bakar | 2 | Set | 480.000 |
| III. PERLENGKAPAN KAPAL & OUTFITTING | | | | |
| | Alat Navigasi dan Komunikasi | | | 10.220.000 |
| 1 | Mini Kompas magnetic | 1 | Buah | 500.000 |
| 2 | Radio VHF Marine Antena + Kabel | 1 | Set | 4.000.000 |
| 3 | GPS | 1 | Shipset | 4.000.000 |
| 4 | Bendera Nasional dan tiang | 1 | Buah | 170.000 |
| 5 | Horn | 1 | Buah | 500.000 |
| 6 | Lampu Navigasi (Merah/hijau) DC 15 watt | 2 | Buah | 300.000 |
| 7 | Lampu tiang DC 15 watt | 1 | Buah | 100.000 |
| 8 | Lampu jangkar DC 25 watt | 1 | Buah | 250.000 |
| 9 | Lampu Buritan 15 watt | 1 | Buah | 100.000 |
| | Perlengkapan Keselamatan | | | 2.650.000 |
| 1 | Life Jacket | 4 | Buah | 125.000 |
| 2 | Ring bouy Ø 80 Cm + tali | 2 | Buah | 650.000 |
| 3 | Kotak P3K | 1 | Buah | 200.000 |
| 4 | Pemadam Kebakaran 2 kg dry powder tipe ABC | 1 | Buah | 650.000 |
| | Perlengkapan Tambat | | | 3.770.000 |
| 1 | Jangkar 4 kaki 14 Kg Zyncronize | 1 | Buah | 850.000 |
| 2 | Tali Jangkar Nylon (PPD) dia 14 mm | 50 | Meter | 20.000 |
| 3 | Tali Tambat Nylon (PPD) dia 12 mm | 20 | Meter | 20.000 |
| 4 | Bolder steel | 3 | Buah | 400.000 |
| 5 | Damprah Ban bekas | 4 | buah | 80.000 |
| | Perlengkapan Akomodasi dan Interior | | | 500.000 |
| 1 | Kursi kemudi | 1 | Buah | 500.000 |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|---------|-------------|--------------------|
| IV. | KELENGKAPAN LISTRIK DAN POMPA BESERTA INSTALASI | | | | | 5.400.000 |
| | | Perlengkapan listrik | | | | 4.400.000 |
| | 1 | <i>Bilge Pump</i> | 1 | Buah | 1.500.000 | 1.500.000 |
| | 2 | Pompa bilga manual | 1 | Buah | 400.000 | 400.000 |
| | 3 | Celing light (Lampu Ruangan) DC 25 watt | 1 | Buah | 250.000 | 250.000 |
| | 4 | Engine light (Lampu Ruang mesin) DC 25 watt | 1 | Buah | 250.000 | 250.000 |
| | 5 | Accommodation light (Lampu Akomodasi) DC 25 watt | 2 | Buah | 250.000 | 500.000 |
| | 6 | Distribution Box | 1 | Shipset | 1.200.000 | 1.200.000 |
| | 7 | Saklar | 2 | Shipset | 150.000 | 300.000 |
| | | Sistem Instalasi | | | | 1.000.000 |
| | 1 | Instalasi Pipa Bahan Bakar | 1 | Shipset | 500.000 | 500.000 |
| | 2 | Instalasi Kabel Listrik | 1 | Shipset | 500.000 | 500.000 |
| Total Nilai fisik lambung (I, II, III dan IV) | | | | | | 199.500.000 |
| V. | MESIN, SISTEM PROPULSI & SISTEM KEMUDI | | | | | |
| | 1 | Mesin <i>Inboard</i> | 1 | Unit | 160.000.000 | 160.000.000 |
| | | Instalasi Mesin dan kelengkapan mesin | | | | 197.300.000 |
| | 2 | Shafting & Stern Tube & Propeller | 1 | Set | 8.000.000 | 8.000.000 |
| | 3 | <i>manual Steering</i> dan system | 1 | Set | 4.000.000 | 4.000.000 |
| | 4 | Pipa Knapot (Goose Neck) + Peredam | 1 | Set | 2.000.000 | 2.000.000 |
| | 5 | Rudder Contruction (blade & tongkat kemudi) | 1 | Set | 2.000.000 | 2.000.000 |
| | 6 | Roda Kemudi | 1 | Unit | 1.500.000 | 1.500.000 |
| | 7 | Blower Tekan Kamar Mesin | 1 | Unit | 800.000 | 800.000 |
| | 8 | Solar Panel | 6 | Unit | 1.500.000 | 9.000.000 |
| | 9 | Baterai (merk AGM BDV-1.6CAM) | 1 | Unit | 20.000.000 | 20.000.000 |
| | 10 | Charge Controller (merk Sollatek) | 2 | Unit | 20.000.000 | 40.000.000 |
| | 11 | Genset (Kohler Tipe 50EFOZCJ-4P10X) | 1 | Unit | 100.000.000 | 100.000.000 |
| | 12 | Instalasi Mesin | 1 | Shipset | 10.000.000 | 10.000.000 |
| Total Nilai Mesin dan Instalasinya (V) | | | | | | 357.300.000 |
| VI. | PERIJINAN, PENGUJIAN DAN PENGIRIMAN | | | | | 31.000.000 |
| | 1 | Surat-Surat Kapal | 1 | Shipset | 10.000.000 | 10.000.000 |
| | 2 | Launching and Sea Trial | 1 | Shipset | 5.000.000 | 5.000.000 |
| | 3 | Inclining Test | 1 | Shipset | 9.000.000 | 9.000.000 |
| | 4 | Pengiriman Lokal | 1 | Shipset | 5.000.000 | 5.000.000 |
| | 5 | Familiarisasi | 1 | Shipset | 2.000.000 | 2.000.000 |
| Total Pasca Produksi (VI) | | | | | | 31.000.000 |
| VII. | TOTAL HARGA | | | | | 812.300.000 |

| Koreksi Ekonomi | | |
|-----------------|--|-------------------------------|
| No | Item | Harga |
| 1 | Keuntungan Galangan 5% dari biaya pembangunan awal Total | 40.615.000 |
| 2 | Biaya untuk inflasi 2% dari biaya pembangunan awal Total | 16.246.000 |
| | Total Biaya Koreksi Ekonomi | 56.861.000 |

Total harga kapal :

= biaya pembangunan+koreksi ekonomi

= Rp 869161000,0

Operasional Cost

Bank Mandiri

Cash Loan

Kredit Investasi

Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.

Ketentuan :

- Mempunyai Feasibility Study.
- Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll.
- Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun.
- Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan.
- Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.

Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % *)

Pinjaman Bank

| | | |
|-------------------------------|----|-------------------------|
| Building Cost | Rp | 869.161.000,00 |
| Pinjaman dari Bank | | 65% |
| Pinjaman | Rp | 564.954.650 |
| Bunga Bank | | 13,5% Per tahun |
| Nilai Bunga Bank | Rp | 76.268.877,75 Per tahun |
| Masa Pinjaman | | 5 Tahun |
| Pembayaran Cicilan Pinjaman | | 1 Per Tahun |
| Nilai Cicilan Pinjaman | Rp | 123.287.228 |

Biaya Perawatan

Diasumsikan 10% total dari building cost

| | | |
|------------------------|----|----------------------|
| Total maintenance cost | Rp | 86.916.100 per tahun |
|------------------------|----|----------------------|

Asuransi

Diasumsikan 2% total dari building cost

| | | |
|----------------|----|----------------------|
| Biaya asuransi | Rp | 17.383.220 per tahun |
|----------------|----|----------------------|

Gaji Crew Kapal

| | | |
|---------------------------|----|----------------------|
| Jumlah crew kapal | | 4 orang |
| Gaji crew kapal per bulan | Rp | 2.500.000 per orang |
| Gaji crew kapal per tahun | Rp | 30.000.000 per orang |
| Gaji Total Crew | Rp | 120.000.000 |

Bahan Bakar Diesel

| | | |
|---------------------------|----|-----------------------|
| Asumsi Operasional Diesel | | 8 jam/hari |
| Kebutuhan Bahan Bakar | | 14 liter/jam |
| Harga bahan bakar | Rp | 5.150 per liter |
| Harga bahan bakar | Rp | 576.800 per hari |
| Harga bahan bakar | Rp | 17.304.000 per bulan |
| Harga bahan bakar | Rp | 207.648.000 per tahun |

OPERATIONAL COST

| Biaya | Nilai | Masa |
|--------------------|-----------------------|------------------|
| Gaji Crew | Rp 120.000.000 | per tahun |
| Biaya Perawatan | Rp 86.916.100 | per tahun |
| Asuransi | Rp 17.383.220 | per tahun |
| Bahan Bakar Diesel | Rp 207.648.000 | per tahun |
| TOTAL | Rp 431.947.320 | per tahun |

Perhitungan Biaya Investasi

| | | | |
|------------------|----|-------------|-----------|
| Building Cost | Rp | 869.161.000 | |
| Operational Cost | Rp | 431.947.320 | per tahun |
| | Rp | 35.995.610 | per bulan |
| | Rp | 1.183.417 | per hari |

Revenue

Perencanaan Trip

| Bulan | Trip per Minggu | Jumlah Hari | Trip per Bulan |
|--------------------------------|-----------------|-------------|----------------|
| Januari | 2 | 31 | 15,5 |
| Februari | 2 | 28 | 14 |
| Maret | 2 | 31 | 15,5 |
| April | 2 | 30 | 15 |
| Mei | 2 | 31 | 15,5 |
| Juni | 2 | 30 | 15 |
| juli | 2 | 31 | 15,5 |
| Agustus | 2 | 31 | 15,5 |
| September | 2 | 30 | 15 |
| Oktober | 2 | 30 | 15 |
| November | 2 | 31 | 15,5 |
| Desember | 2 | 30 | 15 |
| Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun | | | 182 |

Perawatan dan reparasi diasumsikan selama 4 hari per bulan.

Kapasitas maksimal muatan ikan dalam kapal 1000 kg

Perencanaan Harga Jual Ikan 1 Kali Trip

| Trip | Jumlah Hasil Tangkap Ikan (kg) | Harga Jual Ikan 1 (kg) | Pendapatan |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------|
| 1 | 100 | Rp 100.000 | Rp 10.000.000 |
| Total Pendapatan 1 kali Trip | | | Rp 10.000.000 |

| | | |
|-------------------|----|---------------|
| Revenue per trip | Rp | 10.000.000 |
| Revenue per tahun | Rp | 1.820.000.000 |

Perhitungan BEP

Berdasarkan nilai

$$BEP = TEC \times P / (P - V)$$

dimana, BEP adalah break event point

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

$$TFC = \text{Biaya pembangunan Kapal}$$

$$= \text{Rp } 869.161.000$$

$$P = \text{Pemasukan per tahun}$$

$$= \text{Rp } 1.820.000.000$$

$$V = \text{biaya variabel per tahun}$$

$$= \text{Rp } 431.947.443$$

$$BEP = \text{Rp } 1139634816$$

Jadi, omset minimal yang harus didapat adalah Rp 1.139.634.816,- . Perolehan omset minimal terjadi pada tahun ke-3 kapal tersebut beroperasi.

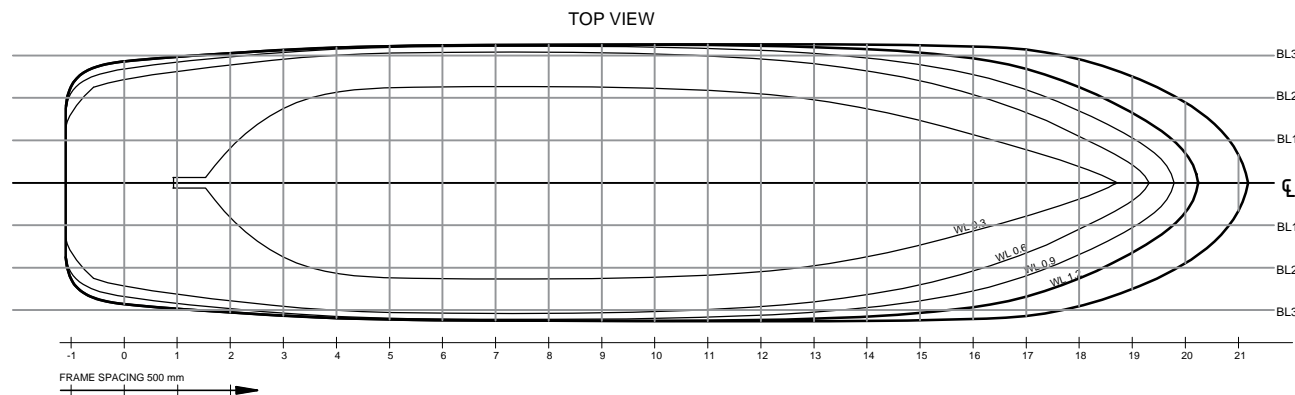
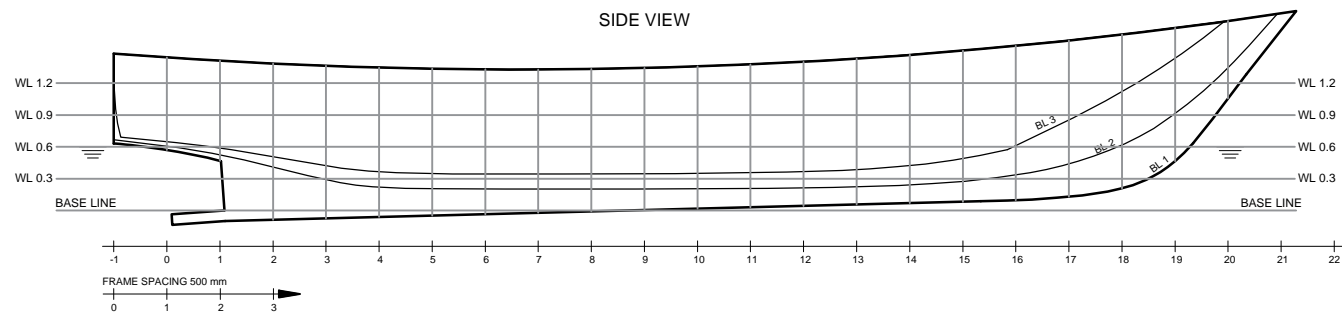
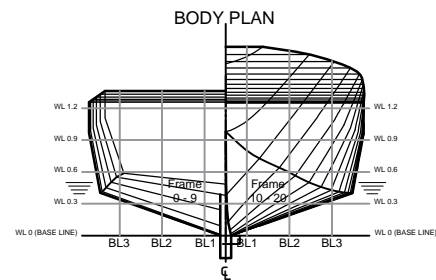
Cash Flow

| Tahun ke- | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Trip | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pendapatan | | | | | | | | | | | |
| Jumlah Hasil Tangkap Ikan (kg) | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Jumlah Trip per Tahun (trip) | | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 |
| Harga Jual Ikan (+10%) | | 100000 | 110000 | 121000 | 133100 | 146410 | 161051 | 177156 | 194872 | 214359 | 235795 |
| Total Pendapatan (juta) | | Rp 1.820,00 | Rp 2.002,00 | Rp 2.202,20 | Rp 2.422,42 | Rp 2.664,66 | Rp 2.931,13 | Rp 3.224,24 | Rp 3.546,67 | Rp 3.901,33 | Rp 4.291,46 |
| Biaya Investasi (juta) | Rp 869,16 | | | | | | | | | | |
| Capital Charges | | | | | | | | | | | |
| Pinjaman Bank (juta) | Rp 564,95 | | | | | | | | | | |
| Bunga Bank | 13,5% | | | | | | | | | | |
| Nilai Bunga Bank (juta) | Rp 76,27 | | | | | | | | | | |
| Masa Pinjaman (tahun) | 5 | | | | | | | | | | |
| Angsuran (juta) | | Rp 123,29 | Rp 123,29 | Rp 123,29 | Rp 123,29 | Rp 123,29 | | | | | |
| Daily Running Costs (+8.36) | | | | | | | | | | | |
| Gaji Kru (juta) | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 | Rp 120,00 |
| Perawatan dan Reparasi (juta) | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 |
| Asuransi (juta) | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 | Rp 17,38 |
| Total (juta) | | Rp 224,30 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 | Rp 243,05 |
| Voyage Cost (+8.36) | | | | | | | | | | | |
| Diesel oil (juta) | Rp 207,65 | | | | | | | | | | |
| Total (juta) | | Rp 207,65 | Rp 225,01 | Rp 243,82 | Rp 264,20 | Rp 286,29 | Rp 310,22 | Rp 336,16 | Rp 364,26 | Rp 394,71 | Rp 427,71 |
| Total Biaya Operasi (juta) | | Rp 555,23 | Rp 591,35 | Rp 610,16 | Rp 630,54 | Rp 652,63 | Rp 553,27 | Rp 579,21 | Rp 607,31 | Rp 637,76 | Rp 670,76 |
| Depresiasi (juta) | | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 | Rp 86,92 |
| Pendapatan (juta) | | Rp 1.177,85 | Rp 1.323,74 | Rp 1.505,13 | Rp 1.704,96 | Rp 1.925,12 | Rp 2.290,94 | Rp 2.558,12 | Rp 2.852,44 | Rp 3.176,65 | Rp 3.533,79 |
| Pajak (25%) | | Rp 294,46 | Rp 330,93 | Rp 376,28 | Rp 426,24 | Rp 481,28 | Rp 572,73 | Rp 639,53 | Rp 713,11 | Rp 794,16 | Rp 883,45 |
| Pendapatan setelah pajak (juta) | | Rp 883,39 | Rp 992,80 | Rp 1.128,85 | Rp 1.278,72 | Rp 1.443,84 | Rp 1.718,20 | Rp 1.918,59 | Rp 2.139,33 | Rp 2.382,49 | Rp 2.650,34 |
| Discount Factor $(1/(1+i)^n)$ | | 0,88 | 0,78 | 0,68 | 0,60 | 0,53 | 0,47 | 0,41 | 0,36 | 0,32 | 0,28 |
| Net Cash Inflow (juta) | | Rp 778,31 | Rp 770,68 | Rp 772,05 | Rp 770,54 | Rp 766,55 | Rp 803,71 | Rp 790,7 | Rp 776,8 | Rp 762,2 | Rp 747,04 |
| Cumulative (juta) | Rp (869,16) | Rp (90,85) | Rp 679,83 | Rp 1.451,88 | Rp 2.222,42 | Rp 2.988,97 | Rp 3.792,68 | Rp 4.583,38 | Rp 5.360,18 | Rp 6.122,38 | Rp 6.869,42 |

Net Present Value (NPV) Rp 13.001,78 Juta
Internal Rate of Return (IRR) 88%

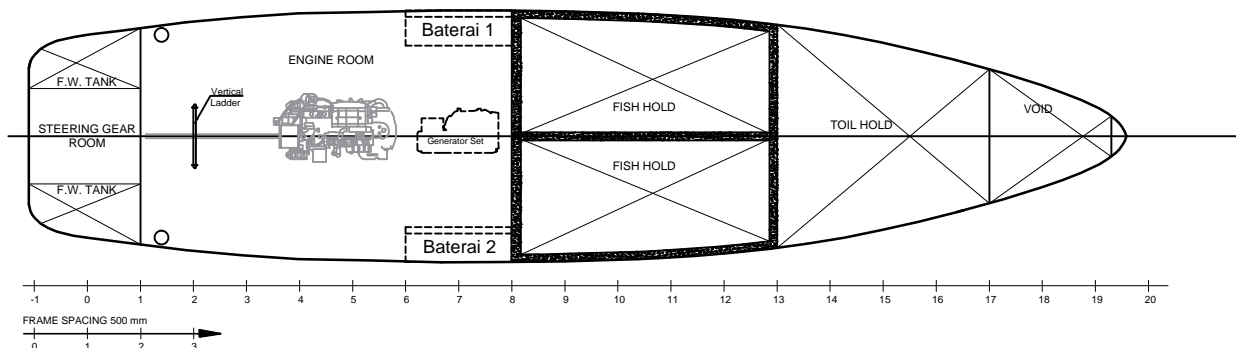
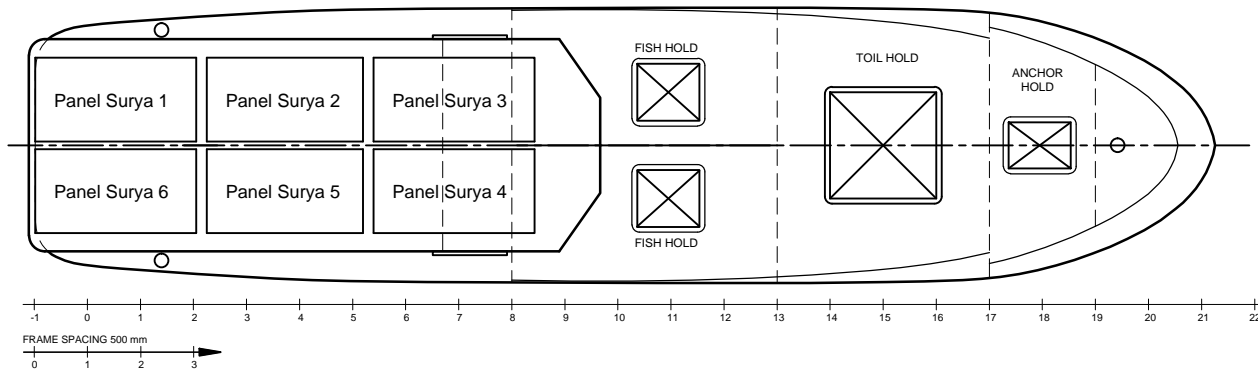
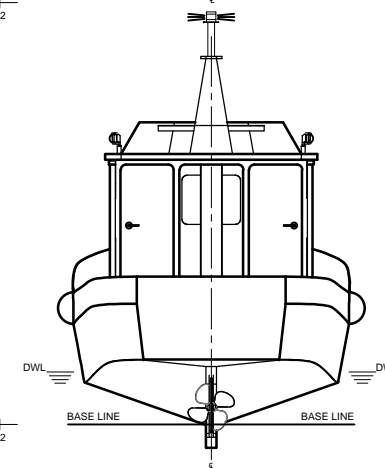
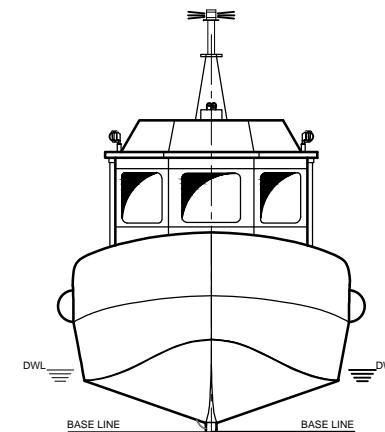
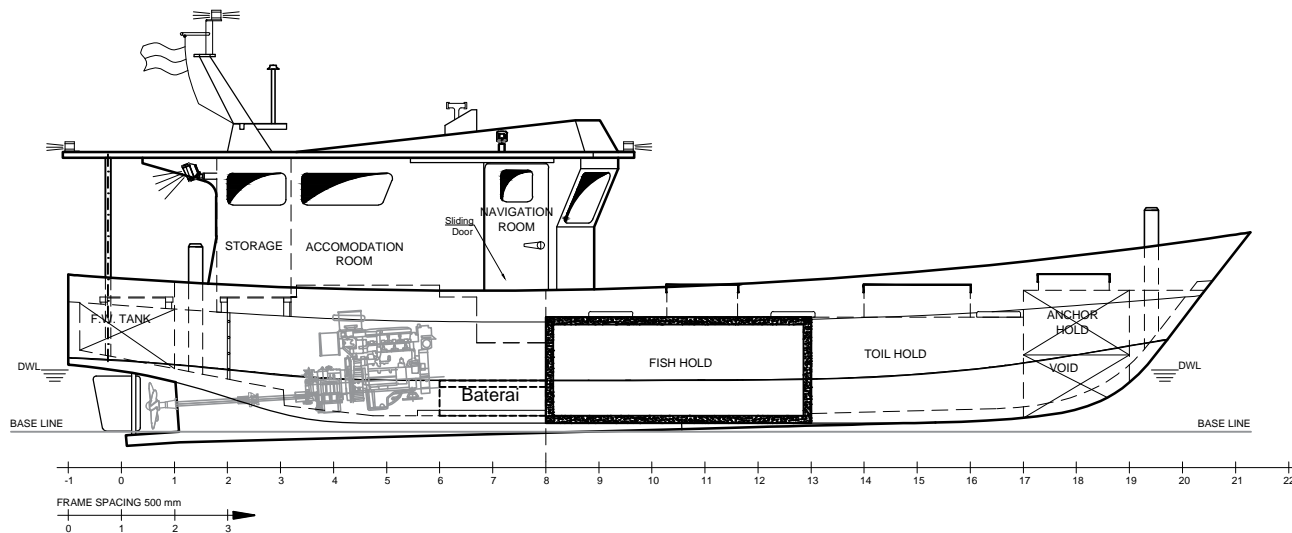
* n : tahun

i : bunga bank



| PRINCIPAL DIMENSION | | | |
|----------------------|---------|-------|-------|
| LENGHT OF ALL | (LoA) : | 11.00 | m |
| LENGHT OF DECK | (LoD) : | 10.71 | m |
| LENGHT OF WATER LINE | (LWL) : | 9.65 | m |
| BREADTH | (B) : | 2.60 | m |
| HEIGHT | (H) : | 0.95 | m |
| DRAFT DESIGN | (T) : | 0.50 | m |
| SPEED | (Vs) : | 8 | knots |

| | | | |
|--|-------------------------|-----------|------------------|
| DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY | | | |
| KM. HIDAYAH | | | |
| LINES PLAN | | | |
| Scale | = 1 : 50 | Signature | Date |
| Drawn by | = H. Ach. Zamill Hassim | | |
| Approved by | = Hasanudin, S.T., M.T. | | NRP : 4109100027 |



| PRINCIPAL DIMENSION | | |
|----------------------|---------|---------|
| LENGHT OF ALL | (LoA) : | 11.00 m |
| LENGHT OF DECK | (LoD) : | 10.71 m |
| LENGHT OF WATER LINE | (LWL) : | 9.65 m |
| BREADTH | (B) : | 2.60 m |
| HEIGHT | (H) : | 0.95 m |
| DRAFT DESIGN | (T) : | 0.50 m |
| SPEED | (Vs) : | 8 knots |

| | | | |
|---|-------------------------|-----------|------------------|
| DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY | | | |
| KM. HIDAYAH | | | |
| GENERAL ARRANGEMENT | | | |
| Scale | = 1 : 50 | Signature | Date |
| Drawn by | = H. Ach. Zamli Hassim | | |
| Approved by | = Hasanudin, S.T., M.T. | | NRP : 4109100027 |

3D Kapal

